

دانشگاه بوعلی سینا
۱۴۸

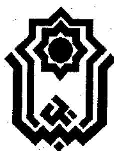
سم شناسی

چاپ سوم
(با تجدید نظر)

حشره کشها
کنه کشها
حشره کشهای میکروبی
موش کشها
حلزون کشها
روغنها
تنظیم کننده‌های رشد
فرمونها
هورمونها
دورکننده‌ها
سینرژیستها

تالیف:
دکتر محمد خانجانی
دکتر علی اصغر پورمیرزا

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه بوعلی سینا

۱۴۸

سم شناسی

تألیف:

دکتر محمد خانجانی

دانشیار دانشگاه بوعلی سینا-همدان

دکتر علی اصغر پورمیرزا

دانشیار دانشگاه ارومیه

چاپ دوم

(با تجدید نظر)

۱۳۸۴

SB
۹۵۱/۵
۸س ۲خ/
۱۳۸۰

خانجانی، محمد، ۱۳۴۱---
سم شناسی / تألیف محمد خانجانی، علی اصغر
پورمیرزا.- همدان: دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۰
۲۵۵ ص.: جدول

ISBN 964-6883-28-1

واژه نامه.
کتابنامه: ص ۲۵۱-۲۵۵.
۱. حشره کشها. ۲. سم شناسی. الف. پورمیرزا،
علی اصغر، ۱۳۲۱- ب. عنوان
۶۶۸/۶۵۱

عنوان: سم شناسی
مولف: دکتر محمد خانجانی- دکتر علی اصغر پور میرزا
ناشر: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا
مدیر مسئول: محمدجواد یدالهی فر
لیتوگرافی: گیتی
چاپخانه: گیتی
صفحه و قطع: ۵۳۹- وزیری
نوبت چاپ: سوم
تیراژ: ۲۰۰۰
قیمت: ۵۹۰۰۰ ریال
تاریخ انتشار: ۱۳۸۸
شابک: ۹٦٤-٦٨٨٣-٢٨-١

مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، ادارهٔ انتشارات تلفکس: ۰۸۱۱-۸۲۷٤٤٤٢
۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه ادارهٔ انتشارات
۳. خیابان مهدیه روبروی خانه معلم- انتشارات دانشجو
نمایندگی فروش در تهران: ۱. موسسهٔ کتابیران، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر جنوبی)، بعد از فروشگاه شیلات، پلاک ۲۳۷ تلفن: ٦٦٤٢٣٤١٦-٦٦٩٢٦٦٨٧
۲. نوپردازان، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد، بین ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ٦ ۲۰ تلفن: ٦٦٤١١١٧٣-٦٦٤٩٤٤٠٩

پیشگفتار چاپ دوم

خدای را سپاسگذاریم که توفیق چاپ مجدد کتاب سم شناسی را، پس از گذشت دو سال بر اساس پیش فرضهای گفته شده، برایمان ارزانی نمود.

در تهیه مجموعه حاضر نهایت اهتمام بر این بود که غلطهای حروفچینی در چاپ قبلی برطرف شود. همچنین بنابر ضرورت، ۶ فصل جدید به آن اضافه گردید و به منظور بهینه سازی مطالب از منابع جدید بهره برداری بعمل آمد.

همچنین لازم است از زحمات ارزشمند آقای مهندس مجید میراب بالو در تهیه و تنظیم مطالب و سرکار خانم مهندس پریسا حیدری که در بازخوانی و تطبیق مطالب و خانم الهه رستمی دانشجوی سال سوم گیاهپزشکی دانشگاه بوعلی سینا بخاطر تایپ قسمتی از این مجموعه همکاری نمودند تشکر و قدردانی شود.

امید است که کتاب حاضر بتواند در رفع نیاز دانشجویان رشته های مختلف کشاورزی و به ویژه گیاهپزشکی در مقطع کارشناسی و حشره شناسی کشاورزی و پزشکی در مقطع کارشناسی ارشد و نیز تولیدکنندگان بخش کشاورزی و سایر علاقمندان مفید باشد.

یقیناً این عزیزان هنگام بررسی کتاب با نارساییهایی برخورد خواهند نمود که از دید اینجانبان نادیده مانده است از اینرو مستدعی است با ارسال نظرات و پیَنهادات اصلاحی موجبات امتنان اینجانبان را فراهم آورید.

دکتر محمد خانجانی و دکتر علی اصغر پورمیرزا

آبان ماه ۱۳۸۴

پیشگفتار چاپ اول

سم شناسی از جمله مباحث بنیادین در علوم کشاورزی است که در این زمینه منابع بسیار محدودی به صورت تألیف یا ترجمه فارسی در دسترس است. در این رابطه کتابی که بتواند نیاز دانشجویان و علاقمندان به علم گیاهپزشکی را برآورده نماید در دسترس نبود. این موضوع نویسندگان را بر آن داشت تا مجموعه حاضر را تهیه و تقدیم علاقمندان نمایند. این مجموعه اطلاعاتی در زمینه سم شناسی به طور مشخص برای دانشجویان گیاهپزشکی در مقطع کارشناسی و حشره شناسی کشاورزی در مقطع کارشناسی ارشد و سایر رشته های کشاورزی و بخشهای اجرایی کشاورزی و حتی بهداشت در بر دارد.

در اینجا لازم میدانیم از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه جناب آقای دکتر سید جواد سیدزاده صابونچی و از ریاست محترم وقت دانشکده کشاورزی جناب آقای دکتر محمد جواد سلیمانی و شورای محترم انتشارات و از سرکار خانم مهندس مریم کلافچی به خاطر کمک در تنظیم مطالب، و سرپرست محترم اداره انتشارات جناب آقای محمد جواد یدالهی فر، جناب آقای سلیمان طالع فاضل مسئول محترم کارپردازی و تکثیر مرکزی دانشگاه که پیگیری امور چاپ این مجموعه را بر عهده داشته اند تقدیر و تشکر نماییم و همچنین از سرکار خانم روشنک امیدی که با حوصله و تلاش و زحمت زیاد تایپ کتاب حاضر را انجام داده اند تقدیر و سپاسگزاری نماییم.

در اینجا از کلیه صاحبنظران، اساتید بزرگوار و دانشجویان عزیز استدعا داریم بر مؤلفین منت نهاده و با نظرات اصلاحی خویش نقایص موجود در کتاب را به اینجانبان تذکر دهند.

دکتر محمد خانجانی و دکتر علی اصغر پور میرزا

۱۳۸۰

فصل اول- کلیات و مفاهیم سم شناسی

فصل دوم- روغنها

فصل سوم– سموم معدنی

فصل چهارم– حشره کشهای گیاهی

فصل پنجم– سموم شبه نیکوتینی

فصل ششم– پایروتروئیدهای مصنوعی

فصل هفتم- سموم کلره

فصل هشتم- سموم فسفره

فصل نهم – سموم کارباماات

فصل دهم- کنه کشها

فصل یازدهم - سموم تدخینی

فصل دوازدهم- نرو توکسین ها

فصل سیزدهم- هورمونها و فرمونها

فصل چهاردهم- ترکیبات شیمیایی عقیم کننده

فصل پانزدهم- سینرژیست و آنتاگونیست

فصل شانزهم- حشره کشهای میکروبی

فصل هفدهم- حشره کشهای متفرقه

فصل هجدهم- جونده کشها

فصل نوزدهم- حلزون کشها

فصل اول

کلیات
و
مفاهیم سم شناسی

تاریخچه

بشر از روزی که کشاورزی را در روی کره زمین آغاز کرد، همواره با رقبای سر سختی در برداشت مواد غذایی مواجه بود. حشرات یکی از مهمترین آنها بودند؛ لذا در همان آغاز شروع به مبارزه با آنها نمود. در این رابطه مواد مختلفی برای کنترل آنها استفاده نمود. قدیمی ترین نوشته ها در مورد استفاده از حشره کشها، نوشته های یونانی، روسی و چینی است که به ٤٦٠٠ سال قبل از میلاد مسیح بر می گردد. به علاوه، آ. دی پلینی[1] در تعلیمات خود (۲۵ تا ۷۹ سال بعد از میلاد مسیح) به چندین ماده شیمیایی که در کنترل آفات استفاده می کرده اند، اشاره نموده است.

در سال ۱۷۶۳ از نیکوتین به عنوان حشره کش استفاده شد و ارسموس داروین[2] در سال ۱۸۱۸ میلادی گیاه پیرتر را برای کنترل حشرات مصرف نمود. در سال ۱۸٥٤ تا ۱۹۳۹ سبز پاریس برای کنترل سوسک کلرادو، در سال ۱۸۹۲ آرسنات سرب برای کنترل آفات درختان میوه و در سال ۱۹۰۷ گرد آرسنات کلسیم در آمریکا برای کنترل آفات مورد استفاده قرار می گرفت. ماهیگیران در سال ۱۹۲۷ روتنون را از ریشه برخی از گیاهان خانواده لگومینوز استخراج کرده و در ابتدا برای مسموم کردن ماهیها استفاده می کردند، اما بعدها این ماده به عنوان حشره کش به کار گرفته شد. قبل از جنگ جهانی اول، ترکیبات آفت کشها عموماً معدنی بودند، به همین خاطر ترکیبات معدنی آفت کش، به **نسل اول آفت کشها** لقب یافته است و ترکیبات آلی مصنوعی حشره کش در اثنای و یا بعد از جنگ جهانی اول سنتز شده اند.

در سال ۱۹۳۹ در باسل سوئیس، مولر[3] خواص حشره کش د.د.ت را کشف کرد. در سال ۱۹٤۲ به طور همزمان در فرانسه و انگلستان، BHC (بنزن هگزا کلراید) به عنوان یک ترکیب آلی کلره ساخته شد. در اواخر سال ۱۹٤۸ ترکیبات دیگری نظیر لیندین، کلردان و توکسافن، مشهور به **نسل دوم آفت کشها** به بازار عرضه شدند. در سال ۱۹٤٥ ترکیبات آلی فسفره نظیر پاراتیون توسط شرادر[4] آلمانی سنتز و وارد بازار شدند. به دنبال آنها دیازینون در سوئیس و بعدها سایر ترکیبات فسفره نظیر دی کلروفوس ساخته شدند. در سال ۱۹٥۳ سم کارباریل از گروه سموم کارباماتی توسط یک شرکت آمریکایی ساخته و به بازار عرضه شد. در اواخر دهه ۱۹۷۰ با کشف خاصیت آفت کشی **نسل سوم آفت کشها** که مهمترین آنها فورامیدینها، شبه هورمونهای جوانی، بی اثر کننده های تشکیل کیتین، پیرترینهای مصنوعی و مواد بیولوژیک نظیر بووارین، دایپل و باکتوسپئین است.

1- A. D. Pliny　2- Erasmus Darvin　3- Muller　4- Schrader

کنترل شیمیایی[1]

یکی از روشهای کنترل آفات است که در آن از سموم شیمیایی برای کنترل آفات، بیماریهای گیاهی و علفهای هرز استفاده می شود. این روش که بعد از جنگ جهانی دوم توسعه زیادی پیدا کرد، در ابتدا در مقایسه با دیگر روشهای کنترل، نتیجه قاطع و سریعی از خود نشان داد، اما دیری نگذشت که اثر سوء و مخرب آن برای بشر آشکار شد و به همین دلیل در صدد تجدید نظر در کاربرد آن بر آمد. اکنون مبارزه شیمیایی آخرین روش و حربه ای است که بشر در روش جدید کنترل آفات از آن بهره می گیرد.

جایگاه کنترل شیمیایی در مدیریت تلفیقی آفات

در مدیریت تلفیقی روشهای مختلف برای کنترل یک یا چند آفت استفاده می شود. در این روش نابودی صددرصد آفات دنبال نمی شود بلکه هدف آن، پایین آوردن جمعیت آفت تا زیر آستانه اقتصادی می باشد؛ اما در پایینتر از این سطح معمولاً خسارت آفت قابل تحمل است. در این خصوص درک جایگاه مبارزه شیمیایی و کاربرد سموم بسیار حائز اهمیت است، زیرا سموم در برخی از مواقع جزء مهم و غیر قابل اجتناب در مبارزه با آفات می باشند و از این رو کاربرد حساب شده آنها در قالب برنامه های مدیریت تلفیقی، نقش مهمی در کنترل آفت داشته و از این طریق حداقل اثرات سوء نیز به طبیعت و محیط زیست وارد می شود.

آفت کشها[2]

کلیه ترکیباتی که در گیاهپزشکی برای کنترل آفات، عوامل بیماریزا و تمامی عواملی که محصولات غذایی مورد نیاز و حتی سلامتی بشر را به خطر می اندازند، آفت کش نامیده می شود. همچنین در برخی از منابع، آفت کشها را ترکیب یا مخلوطی از چند ترکیب شیمیایی، که در جهت جلوگیری، نابودی، دور کردن و کاهش جمعیت حشرات، کنه ها، جوندگان، حلزونها، نماتدها، قارچها و باکتریها به کار می روند، تعریف کرده اند.

خواص مطلوب یک آفت کش

آفت کشی که در کشاورزی مصرف می شود، به طور کلی باید دارای خواص مطلوبی به شرح زیر باشد تا بتوان از آن در موارد مختلف استفاده نمود:

۱- اثر قاطع و سریع روی آفت مورد نظر داشته باشد.

۲- روی انسان، دام، گیاهان، محیط زیست، آب و خاک اثر سوء نداشته باشد.

۳- برای زنبور عسل، پارازیتوییدها، پرداتورها و دیگر حشرات غیر آفت بی خطر باشد.

٤- روی مواد غذایی بو یا طعم نامطلوب باقی نگذارد.

1- Chemical control 2- Pesticides

۵- دوام کافی برای اثر روی آفت مورد نظر را داشته باشد.

۶- بتواند چند آفت را کنترل نماید.

۷- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

۸- کاربرد آن آسان باشد.

۹- در طبیعت برای مدت طولانی باقی نماند.

۱۰ - حالت اختصاصی داشته باشد.

لازم به ذکر است که تمام این خصوصیات را نمی توان در یک ترکیب ملاحظه کرد، ولی می توان ترکیبی را انتخاب نمود که لااقل دارای تعدادی از این خصوصیات باشد و امروزه با توجه به اثرات نامطلوب کاربرد آفت کشها روی محیط زیست، تأکید بر این است که ترکیبی وارد بازار شود که حداکثر خصوصیات مطلوب را دارا باشد.

عوامل مؤثر در ایجاد مسمومیت در حشرات

۱- **قدرت نفوذ:** هر چه نفوذ سم به بدن حشرات، چه از طریق تماسی و چه از طریق گوارشی بیشتر و سریعتر باشد، آفت مورد نظر را سریعتر از بین می برد. به سبب زیاد بودن سطح پوشش کوتیکولی، بدون شک قدرت نفوذ سموم حشره کش از طریق کوتیکول یکی از مهمترین عوامل در تعیین میزان کل نفوذ سم به بدن حشره می باشد. به طوری که، حشره کشهای سریع الاثر اکثراً دارای قدرت نفوذ خوب از راه کوتیکول یا روزنه های تنفسی حشرات بوده و جزء سموم تماسی یا تدخینی هستند. روزنه های تنفسی، سیستم تراشه ای، دهان و یا هر یک از اندامهای حسی خارجی حشرات نیز در میزان کل نفوذ سم به بدن مؤثر می باشند. طریقه ورود سم به بدن حشره تا حد زیادی به نوع و ماهیت خود سم بستگی دارد. به طور مثال در مورد حشرات بالغ مگسها، پشه ها و زنبورهای عسل، پنجه پاها نقاط بسیار مهمی برای ورود سم د.د.ت محسوب می شوند.

۲- **سن حشره:** سختی کوتیکول حشرات، نفوذ سموم را کاهش می دهد زیرا زمانی که سم مالاتیون با بدن سوسری آمریکایی تازه پوست اندازی کرده، تماس داده شود، به میزان ۳ تا ۴ برابر بیشتر از حالتی که روی بدن حشره ای که کوتیکول آن سخت شده استعمال شود به بدن آن نفوذ می کند. نفوذپذیری کوتیکول در لاروهای جوان بیشتر از لاروهای مسن است. به عنوان مثال کاربوفوران به صورت تماسی بیشترین تأثیر را بر لاروهای سن یک و کمترین تأثیر را بر لاروهای سن پنج کرم هلیوتیس ذرت[1] دارد.

1- *Heliothis zea*

۳- جنسیت حشره: ثابت شده که حشرات ماده نسبت به حشرات نر در برابر سموم از خود مقاومت بیشتری نشان می دهند که احتمالاً یکی از دلایل آن بزرگی جثه ماده ها نسبت به نرها می باشد. علاوه بر این، حشرات ماده به علت دارا بودن ذخایر چربی بیشتر، قادرند مقدار بیشتری از سم را در بدن خود ذخیره کرده و بدین وسیله از تأثیر آن جلوگیری نمایند.

۴- طبیعت سموم: سموم مختلف در شرایط حرارتی محیط و دمای بدن موجود زنده رفتار متفاوتی از خود نشان می دهند، به طوری که بعضی از سموم کلره در دماهای پایین تر و سموم فسفره در دماهای بالا بهتر اثر می کنند. البته این افزایش تأثیر تا حد اپتیمم افزایش یافته و بعد ثابت باقی می ماند. در دماهای بسیار بالا سموم اثر خود را از دست می دهند. به علاوه، واکنش بین سموم فسفره و آنزیم استیل کولین استراز یک واکنش شیمیایی است که احتیاج به یک محدوده دمایی مشخص داشته و دمای اپتیمم در تأثیر آنها بسیار مهم می باشد.

عوامل مؤثر در بازدهی یک سم

۱- درصد رطوبت نسبی

رطوبت نسبی هوا بر دوام محلول سمی پاشیده شده، در روی سطوح مؤثر است. در مورد سموم تماسی نفوذی، بالا بودن رطوبت نسبی اهمیت زیادی دارد، اما در مورد سموم تماسی این عامل چندان مؤثر نیست و فقط ممکن است با ایجاد تغییر در رفتار حشره میزان تماس آن را با ماده سمی تغییر دهد.

۲- نور خورشید

نور خورشید مستقیماً بر دوام سم روی سطوح سم پاشی شده مؤثر است، به طوری که پرتو فرابنفش مستقیم نور خورشید باعث شکسته شدن مولکول سمی و در نتیجه کاهش اثر آن می گردد. مواد حاصل از تجزیه در صورت مقاومت به نور خورشید و نیز دارا بودن خاصیت سمی بر بازده مؤثر خواهند بود.

۳- باد و باران

باد و باران سبب جابجایی، شسته شدن و یا تجزیه سم و نیز از بین رفتن باقیمانده آن از روی سطوح سم پاشی شده می شوند. باران سبب شسته شدن سریع سموم محلول در آب می شود. یا اینکه اکثر سموم حشره کش در آب تقریباً نامحلولند، ولی شسته شدن آنها توسط باران بسیار زیاد است. وزش باد با سرعت بیش از ۱۰ کیلومتر در ساعت، علاوه بر انتقال ذرات سموم محلول یا گردها به خارج از منطقه مورد نظر، سبب پخش غیر یکنواخت سم روی گیاهان نیز می شود و این موضوع به خصوص در سمپاشی های هوایی اهمیت بیشتری دارد.

۴- ساختمان فیزیکی گیاه

این فاکتور در میزان تأثیر گذاری سموم نقش بسزایی دارد. در گیاهانی مانند کلم، برگها آغشته به مواد مومی هستند و باعث می شود که سم پاشیده شده به آسانی از روی برگهای گیاه لیز خورده و به زمین بریزد. البته با افزودن، مواد خیس کننده و چسباننده بیشتر به این سموم می توان تأثیر آنها را افزایش داد. در درختان و سایر گیاهانی که دارای برگهای پرپشت و متراکم هستند نفوذ سم به قسمتهای میانی گیاه دچار اشکال می شود. در این حالت نیز می توان با افزودن فشار سمپاشی میزان سم نفوذ کرده به قسمتهای مرکزی را افزایش داد.

۵- غلظت سم مصرفی

توصیه مقدار سم مورد نیاز برای سم پاشی گیاهان زراعی بر حسب واحد وزن یا حجم در واحد سطح (گرم یا کیلوگرم در هکتار، لیتر یا میلی لیتر در هکتار) و برای سم پاشی درختان بر حسب واحد وزن یا حجم سم در حجم مشخصی از آب (۱۰۰ یا ۱۰۰۰ لیتر) بیان می شود. معمولاً غلظت توصیه شده از فرمولاسیون تهیه می شود و غلظت ماده سمی مصرفی مستقیماً در میزان تأثیر آن بر آفت و نیز محصول مؤثر است.

۶- حجم سم مصرفی

حجم محلولی که برای سم پاشی تهیه می شود، بر حسب نوع گیاه و روش سم پاشی متفاوت است، اما تحت هر شرایطی تغییر در حجم محلول مصرفی در بازده عمل مؤثر خواهد بود. بالا بودن میزان محلول پاشیده شده امکان تماس آفت را با سم افزایش داده و به همین صورت ممکن است احتمال گیاهسوزی نیز افزایش یابد. اما هر یک از این اتفاقات در شرایط مختلف در سطوح متفاوتی بروز پیدا می کند.

انواع مسمومیت ناشی از آفت کشها

بطور کلی ترکیبات شیمیایی یک یا دو نوع مسمومیت شامل حاد و مزمن در حیوانات و انسان ایجاد می نماید.

۱- مسمومیت حاد[1]: این نوع مسمومیت معمولاً توسط یک دز حادث می شود که شدت آن به توانایی ماده شیمیایی و نیز چگونگی تماس یا ورود ماده سمی به داخل بدن موجود زنده داشته و در مدت زمان کوتاهی ایجاد می گردد.

۲- مسمومیت مزمن[2]: در اثر تماس یا ورود دزهای ضعیفی از یک ماده سم به بدن موجود زنده به وجود می آید که ممکن است پس از چند سال به حد قابل توجهی رسیده و سبب مسمومیت فرد شود.

1- Acute toxicity 2- Chronic toxicity

مراحل تهیه و عرضه یک آفت کش

برای اینکه یک ترکیب شیمیایی شناخته شده، به صورت یک آفت کش مناسب درآید باید یک سلسله مراحل را طی نماید که این مراحل بطور کلی به قرار زیر می باشند:

۱- سنتز و تهیه ترکیبات در آزمایشگاه

۲- آزمایش در گلخانه و تعیین فعالیتهای بیولوژیکی ترکیب سنتز شده

۳- انتخاب ترکیب و آزمایش آن در سطح محدود در مزرعه

٤- آزمایش دراز مدت در مزرعه به مدت دو سال

٥- ارائه به بازار بر اساس اجازه یا حق استفاده محفوظ

به موازات انجام مراحل فوق، آزمایشهای متعددی نیز از جنبه سم شناسی و اثرات جانبی ترکیبات روی انسان و دام صورت می گیرد.

- آزمایش روی ماهیها

در این آزمایشها مقدار ترکیب شیمیایی برای ایجاد مسمومیت حاد با انجام آزمایشهای متعدد روی ماهیها خصوصاً ماهی گوپی[1]، ماهی کپور[2] و ماهی قزل آلا[3] تعیین شده و سپس با روشهای مخصوص به مدت یک ماه قابلیت ایجاد مسمومیت مزمن اندازه گیری می شود. پس از انجام آزمایشهای مربوط به میزان سمیت حاد و مزمن، در صورت لزوم مبادرت به تشریح بدن بعضی از جانوران آبزی مورد آزمایش می شود تا ضایعات احتمالی کبد، برانشی ها، کلیه ها و پوست مشخص شده و مقدار سم در بافتها محاسبه گردد.

- آزمایش روی جانوران خشکی زی

تعیین مقدار کشنده سم برای پستانداران معمولاً از طریق بررسی های مسمومیت شناسی در موشها، خوکچه های هندی، خرگوشها و نیز پرندگانی مانند بلدرچین[4] انجام می شود. بدین منظور با تغذیه یک یا چند گونه از این جانوران آزمایشگاهی از ماده سمی به مدت ۳ تا ۲۴ ماه، مقدار تقریبی ماده سمی که نتواند در جانور ایجاد مسومیت مزمن نماید محاسبه می شود. همچنین باید تأثیر سم از طریق جذب پوستی و تنفسی نیز مشخص گردد. در مورد پستانداران آزمایشگاهی، معمولاً افراد ۳ نسل متوالی با غذای آلوده به ترکیب مورد نظر تغذیه می شوند تا مشخص گردد که این ترکیب ایجاد نقص عضو، جهش و سرطان نمی کند. اثرات سم بر روی زنبورهای پارازیتویید، حشرات شکارچی و سایر حشرات مفید نظیر زنبور عسل و کرم ابریشم و جانوران خاکزی نظیر کرم خاکی نیز بررسی می شود.

1- *Lebistes reticulatus* 2- *Cyprinus caprio* 3- *Salmo gaidneri* 4- *Coturnix coturnix*

نتایج همه این آزمایشات جهت به ثبت رساندن ترکیب جدید لازم است. امروزه ترکیبات جدیدی که ساخته می شوند باید با قوانین خیلی سختی مطابقت داشته باشند، به طوری که در سال ۱۹۵٦ از هر ۱۸۰۰ ترکیب جدید که سنتز می شد یک ترکیب شانس ورود به بازار را پیدا می کرد، در حالیکه در سال ۱۹۸٦ از هر یکصد هزار ترکیب سنتز شده، یکی از آنها امکان راهیابی به بازار مصرف را پیدا می نمود. زمان لازم برای تولید یک سم حدوداً ۹ سال طول می کشد. میزان هزینه تولید و معرفی یک ترکیب آفت کش در سالهای اخیر ۵۰ میلیون دلار بر آورد شده که این هزینه شامل هزینه تحقیق و تولید نیز می باشد.

وضعیت تولید سم در ایران

صنعت سم سازی در ایران پیشرفت زیادی نکرده است، به طوری که تقریباً تعداد بسیار محدودی ماده مؤثره در داخل کشور ساخته می شود و کارخانجات موجود اغلب اقدام به فرمولاسیون سموم با استفاده از ماده مؤثره وارداتی می کنند. همچنین مقدار زیادی از سموم مورد نیاز کشور به صورت فرموله شده وارد بازار می شوند. هر کشوری قوانین خاصی برای ثبت و مصرف سموم مختلف در داخل کشور خود تدوین کرده و طبق این مقررات، هر ترکیبی که وارد می شود باید از نظر مسمومیت های حاد و مزمن ارزیابی شده و قبل از ورود یک آفت کش به داخل کشور، خاصیت آفت کشی آن به وسیله مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی یا سازمانهای ذیربط و مسئول دیگر مورد تأیید قرار گیرد. در ایران سازمان حفظ نباتات بر اساس آیین نامه ای مخصوص، زیر نظر هیأت نظارت بر سموم به ترکیبات مختلف اجازه ورود و مصرف در داخل کشور را می دهد.

اسامی مختلف یک سم

هر ترکیب شیمیایی اسامی مختلفی دارد که مؤسسات داخلی هر کشور، تشکیلات ناظر بین المللی و شرکتها نقش مؤثری در تعیین این اسامی دارند. در زیر به برخی از اسامی رایج در سم شناسی اشاره می شود:

الف- نام شیمیایی[1]

نام شیمیایی بر اساس قوانین اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک[2]) انتخاب می شود و در حقیقت بیان کننده اجزاء تشکیل دهنده ساختار شیمیایی ترکیب آفت کش و نحوه قرار گرفتن اتمها نسبت به هم است. به طور مثال نام شیمیایی کارباریل، 1- naphthyl methyl carbamat می باشد.

1- Chemical name 2- IUPAC

ب- نام عمومی[1]

نام عمومی که در بین محققین سم شناس بیشتر تأکید می شود، توسط یک مجمع علمی ابتدا به مؤسسه علمی استاندارد کشور سازنده پیشنهاد می شود و سپس برای اینکه به صورت یک اسم بین المللی در آید، به مؤسسه استاندارد بین المللی پیشنهاد شده و پس از آن مورد تصویب قرار می گیرد. این نام اطلاعاتی در مورد ساختار شیمیایی ترکیب نمی دهد، اما گاهی اوقات از نام ماده اولیه نیز در نامگذاری استفاده می شود. هر ترکیب شیمیایی آفت کش دارای یک نام عمومی است که هنگام نوشتن در منابع علمی حرف اول آن کوچک نوشته می شود، نظیر کارباریل (carbaryl)؛ مگر اینکه در ابتدای جمله قرار گیرد.

ج- نام تجاری[2]

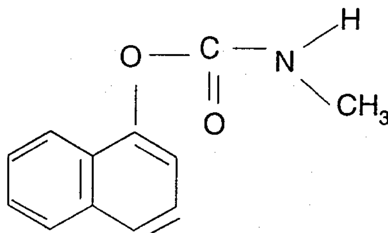
نام تجاری برای هر ترکیب معمولاً متعدد می باشد که دلیل آن تعدد کارخانجات سازنده و نیز فرمولاسیون های مختلف آن ترکیب می باشد. نام تجاری به همراه علامت R نشان داده می شود و حرف اول آن معمولاً با حرف بزرگ نوشته می شود. به عنوان مثال نام تجاری کارباریل که سوین می باشد به این صورت نوشته می شود: (Sevin®).

د- علامت تجاری[3]

علامت تجاری به وسیله کارخانه سازنده یا فرموله کننده بر روی یک سم یا ماده شیمیایی گذاشته شده و با علامت (Tm) نشان داده می شود.

و- فرمول ساختمانی

در فرمول ساختمانی نحوه و چگونگی آرایش عناصر در مولکول مورد توجه است. به طور مثال فرمول ساختمانی کارباریل به این صورت است:



1- Common name 2- Trade name 3- Trade mark

انواع فرمولاسیون آفت کشها[1]

برای استفاده مفید از یک آفت کش برای کنترل آفات، بیماریهای گیاهی و علفهای هرز، باید علاوه بر سمیت ترکیب شیمیایی روی گونه های زیان آور، به شکل آفت کش نیز توجه نمود، زیرا فرمولاسیون یک سم، چگونگی استفاده از آن را تعیین می کند، به عبارت دیگر طرز مصرف و وسیله سمپاشی بر حسب صورتهای مختلف سم متفاوت خواهد بود. فرمولاسیون عبارت است از تغییراتی که به روشهای مختلف روی سموم اعمال شده و موجب بهبود شرایط نگهداری، مصرف، تأثیر و ایمنی آنها می گردد و هدف از آن، تسهیل کاربرد، اصلاح خواص فیزیکی، افزایش تأثیر بر آفات و کاهش خطرات زیست محیطی می باشد. تقریباً همه آفت کشهای رایج شامل بیش از یک ماده در فرمولاسیون هستند. برای فرمولاسیون، ماده فعال سموم با مواد غیر فعالی (از نظر سمیت) مخلوط می شوند که سازگاری فیزیکی و شیمیایی آنها با ماده سمی ضروری است. کارخانه های سازنده معمولاً محصولات خود را به صورت غلیظ عرضه می کنند که به آن اصطلاحاً ماده تکنیکال گفته می شود. ماده تکنیکال به صورت خالص تهیه می گردد و مستقیماً قابل استفاده نیست، بلکه باید توسط کارخانه های فرمولاتور به صورت قابل استفاده درآید. فرمولاسیونهای مختلفی که امروزه برای کنترل آفات به کار گرفته می شوند به قرار زیر هستند:

۱- پودر یا گردها[2]

پودر مخلوط یک حشره کش و یک ماده حامل بسیار نرم است. ماده به دست آمده را ممکن است پس از تهیه رقیقتر کنند و یا به همان غلظت تهیه نموده و قبل از مصرف رقیق نمایند. ماده مؤثره پودرها معمولاً کمتر از ۱۰ درصد می باشد. اندازه اپتیمم ذرات گردها برای به کارگیری در سمپاشی های سطحی و زمینی ۱۵-۲۵ و برای سمپاشی هوایی ۲۵-۵۰ میکرون است. این شکل از ترکیبات آفت کش در محیطهای مرطوب که چسبندگی ذرات به سطح گیاه میزبان بیشتر است نتیجه بهتری می دهند. اگرچه خاصیت گیاه سوزی این دسته از سموم کم است، ولی به دلیل اینکه در لابلای موهای بدن زنبور عسل و دیگر حشرات گرده افشان جای می گیرند، تلفات زیادی را روی این حشرات ایجاد می نمایند. علاوه بر این، گاهی اوقات حشرات آلوده، ذرات سمی را به داخل کندوی زنبور عسل حمل نموده و باعث مسمومیت سایر حشرات داخل کندو می شوند؛ به این دلایل، این ترکیبات کمتر مورد استفاده قرار می گیرند.

اندازه ذرات پودر نباید خیلی کوچک باشد زیرا ذرات بسیار ریز به هم چسبیده و در موقع پاشیدن، به طور یکنواخت از گردپاش خارج نمی شوند. از طرفی دیگر اگر ذرات خیلی درشت باشند، نمی توانند از سطح برگ نفوذ کنند. این مواد به سهولت تهیه می شوند، ولی به علت سنگینی

1- Pesticides formulation
2- Dust, Powder

وزن برای حمل در مسافتهای طولانی گران تر تمام می شوند؛ به علاوه این مواد، حداقل تأثیر را دارند، زیرا در موقع استفاده، ۱۰ تا ٤۰ درصد آنها روی گیاه باقی مانده و بقیه به زمین می ریزد.

این مواد را می توان با گردپاشها و یا هواپیما پاشید، ولی به علت سبکی وزن ذرات ممکن است باد آنها را به مزارع اطراف ببرد؛ از این رو برای جلوگیری از بادبردگی، معمولاً ۳ تا ۵ درصد روغن معدنی به آنها اضافه می نمایند. بهترین نتیجه از کاربرد گردها زمانی حاصل می شود که: ۱- هوا گرم باشد ۲- سطح گیاه در اثر بارندگی و یا شبنم مرطوب باشد. مقدار مصرف آنها ۱۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. برای تهیه گردها از موادی به عنوان حامل استفاده می کنند که این مواد شامل پودر تالک، پیروفیلیت، پودر گچ، کائولین، تریپولی، یا دراتومیت، سیلیکاژل و خاک رس هستند، اما معمولاً ماده همراه مرجح برای گردها، پودر تالک و پیروفیلیت است زیرا این مواد دارای ساختمان مطبق بوده و به سطح گیاهان می چسبند. گل گوگرد مثال خوبی از این سموم می باشد.

۲- گرانول ها[1]

این ترکیبات که با علامت Gr نشان داده می شوند، از طریق ریشه جذب شده و غالباً برای کنترل حشرات خاکزی مورد استفاده قرار می گیرند. در تهیه گرانولها، ماده سمی در یک حلال مناسب حل شده و سپس ماده حامل به این محلول آغشته می شود. در فرمولاسیون سموم گرانولی برای ایجاد پوشش ماده سمی از رسهایی نظیر پرلیت یا ورمیکولیت استفاده می گردد که پوشش یا غلاف در اثر جذب رطوبت محیط از بین رفته و ماده مؤثره آزاد می شود.

این سموم با ۲ تا ۲۵ درصد ماده مؤثره تهیه و به بازار عرضه شده اند و برای مصرف آنها می توان از کودپاشها استفاده کرد. در اغلب حشره کشها، ماده سمی گرانول پس از قرار گرفتن در خاک، از طریق ریشه جذب شده و به قسمتهای هوایی گیاه انتقال پیدا می کند. آزاد شدن ماده مؤثره، بستگی زیادی به خواص فیزیکوشیمیایی ترکیب و شرایط آب و هوایی دارد.

مزایای گرانول ها

۱- به علت سنگینی توسط باد انتقال پیدا نمی کنند و به همین دلیل مسائل جانبی کمتر پیش می آید.

۲- در محلهای مورد نظر قرار می گیرند.

۳- اثرات سوء کمتری روی عوامل مفید اکوسیستم دارند.

٤- با تکنولوژی ابتدایی نظیر گردپاش قابل پخش شدن هستند.

1- Granules

۳- میکروکپسولها[1]

ماده مؤثره در این فرمولاسیون درون یک محفظه کپسول مانند به قطر ۵ تا ۱۰۰ میکرون قرار می گیرد که این پوشش در اثر عوامل مکانیکی، حرارت و آفتاب متلاشی شده و مواد مؤثره آن آزاد می شود. این مواد زمانی به مصرف می رسند که نخواهیم مواد سمی برای مدتی در تماس با انسان، حیوان و حتی گیاهان باشد و یا پس از سپری شدن مدت معینی وارد عمل شوند. پوسته (کپسول) از موادی نظیر آگار، ژلاتین و یا مواد مشابه درست شده و ماده مؤثر در پوسته یا کپسول حل نمی شود. بیشترین کاربرد این فرمولاسیون علیه پشه ها در آبهای راکد است که در این مورد مصرف یک بار سم به این صورت در یک دوره کامل زندگی پشه کافی خواهد بود.

۴- طعمه های مسموم[2]

به طور کلی در ساخت طعمه های مسموم از سموم گوارشی استفاده شده و ماده سمی به مواد غذایی مورد علاقه آفت آغشته می شود. این مواد برای کنترل ملخها، حلزونها، مورچه ها و جوندگان مورد استفاده قرار می گیرند و از آن جمله می توان فسفر دوزنگ با گندم، سبوس یا سوین و سم کلرات واکس و پلیت را نام برد.

طعمه های مسموم را می توان بر اساس میزان رطوبت موجود در آنها به سه گروه تقسیم نمود:

الف- طعمه های مسموم خشک: این طعمه ها با مخلوط کردن مستقیم ماده سمی با مواد غذایی و بدون هیچ رطوبتی تهیه می شوند.

ب- طعمه های مسموم نیمه مرطوب: میزان رطوبت در این طعمه ها اندک بوده و دلیل آن هم بی اثر شدن ماده سمی در رطوبت زیاد می باشد.

ج- طعمه های مسموم مرطوب: این طعمه ها با نمناک کردن مواد غذایی با یک محلول یا سوسپانسیون سمی تهیه شده و در نهایت به صورت خمیر نمناکی در می آیند. طعمه های مسموم مرطوب سریعاً کپک می زنند و به همین دلیل در تهیه آنها سیلیکاتهای ضد آب نیز به کار می روند.

۵- خمیرها[3]

در خمیرها ماده سمی در یک حلال که معمولاً یک ماده تبخیر شونده بسیار قوی نظیر دی کلرواتان می باشد حل شده و با چسب مخلوط شده است. بهترین نمونه خمیر، آنتی تارلو است که ماده مؤثره آن اتیلن دی بروماید بوده و برای مبارزه با چوبخوارها مورد استفاده قرار می گیرد. خمیر دیگر، خمیر زلیو است که برای کنترل موش خانگی به صورت طعمه مسموم به مصرف می رسد.

1- Microencapsulated formulation   2- Poisoned baits   3- Pastes

۶- پودر وتابل قابل تعلیق در آب

این پودرها در واقع گردهایی هستند که در آنها مخلوطی از مواد مؤثره، ماده پخش کننده، چسباننده، خیس کننده و مواد بی اثر و مواد همراه وجود دارد و هنگامی که با آب مخلوط شوند سوسپانسیون پایداری را تولید می کنند. قطر ذرات به نحوه آسیاب کردن مواد وابسته است. این سموم دارای مزایای چندی نسبت به سموم گردی به شرح زیر هستند: ۱- هدر رفتن سم به دلیل بهتر چسبیدن به سطح گیاهان و باقی ماندن آنها در سطح برگ کاهش پیدا می کند. ۲- پودرهای وتابل وقتی با آب مخلوط شوند سریعاً به شکل سوسپانسیون در آمده و ذرات جامد آنها به آهستگی ته نشین می شوند.

در پودرهای قابل تعلیق در آب، ۸۰ درصد ذرات تشکیل دهنده دارای اندازه ۳ میکرون می باشند. این پودرها معمولاً محتوی ۲۵-۸۰ درصد ماده فعال سمی، ۱۵-۷۵ درصد مواد حامل، ۲-۱۵ درصد مواد خیس کننده و ۱-۲ درصد ماده پخش کننده هستند.

۷- مواد غلیظ امولسیون شونده[1]

مواد تغلیظ شده قابل امولسیون به کلیه موادی گفته می شود که دارای یک فاز بوده و در موقع رقیق شدن با آب تشکیل امولسیون می دهند. این مواد در اصل مایع بوده و در تهیه آنها مواد مؤثره، روغن یا یک مایع غیر قابل حل در آب به عنوان حلال و یک ماده امولسیون کننده به کار می رود. مواد مؤثره باید قابل حل در حلال باشند. در موقع سم پاشی، این مواد را با مقدار کافی آب مخلوط می کنند تا بتوانند حالت پراکندگی امولسیون را به خود گرفته و مایع شیری رنگی ایجاد کنند. این امولسیون دارای ذرات روغن به قطر ۱ تا ۲ میکرون و به صورت پراکنده در آب است.

۸- سوسپانسیونهای کلوئیدی یا روان ریز[2]

این مواد شامل ذرات خیلی ریز پراکنده در یک حامل مایع می باشند. حامل مایع ممکن است آب یا یک حلال دیگر باشد، ولی شرط اساسی این است که حلالیت ماده مؤثره در این حلال خیلی کم یعنی کمتر از ۱۰۰۰ پی پی ام باشد.

در تهیه این ترکیبات، ماده مؤثره را با یک ماده پخش کننده مخلوط و سپس آسیاب کرده و به منظور پایداری و جلوگیری از تجمع ذرات مواد جامد، به ترکیب تهیه شده مواد قابل تعلیق اضافه می کنند. ماده حاصله با آب به راحتی مخلوط شده و تشکیل سوسپانسیونی را می دهد که به آسانی ته نشین نمی شود و آن را می توان مانند پودرهای قابل تعلیق در آب استفاده نمود. ثبات و پایداری این ترکیب بستگی به جنس مواد به کار رفته، اندازه ذرات و مواد پخش کننده و خیس کننده دارد. زیرا مواد پخش کننده و خیس کننده خاصیت نیروهای کشش سطحی را پایین آورده و

1- Emulsion Concentrates 2- Colloidal Dispersion

باعث پایداری تعلیق می گردند. قطر ذرات ماده مؤثره کوچکتر از قطر ذرات در پودرهای قابل تعلیق در آب بوده و اندازه آنها معمولاً بین ۰/۵ تا ۵ میکرون است.

۹- محلولها[1]

محلولها قابل حل در آب بوده و از نظر غلظت و رنگ شبیه امولسیونها هستند، ولی مخلوط آنها با آب مانند امولسیونها شیری رنگ نمی شود. در تهیه محلولها دو عامل حلالیت در حلال انتخاب شده و عدم تأثیر شیمیایی متقابل با آن اهمیت دارد. محلولها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف- محلولهای آبی: نظیر علف کش های هورمونی.

ب- محلولهای غیر آبی: این محلولها ممکن است به صورت مه برای کنترل آفات گلخانه ای و یا به صورت مخلوط با بذور برای ضدعفونی بذور استفاده شوند. به علاوه، در سمپاشی با حجم کم (ULV) و یا به صورت علف کش نیز برای مبارزه با درختچه ها و گیاهان خشبی به کار می روند.

۱۰- پودرهای محلول در آب[2]

پودرهای محلول در آب از مواد مؤثره و مواد بی اثر قابل حل در آب و مقداری مواد پخش کننده تشکیل شده اند. حشره کشها، علف کشها و قارچ کشها ممکن است به این صورت تهیه و به بازار عرضه شوند.

این پودرها به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

الف- پودرهایی که به مقدار کم در آب حل می شوند.

ب- پودرهایی که در آب حل می شوند ولی اگر زیاد بمانند تجزیه می گردند.

۱۱- آئروسولها[3]

قطر ذرات سم در موقع سم پاشی به نوع سرلانس و میزان فشار وارده به مایع سمی بستگی دارد. در صورتی که فشار داخل مخزن زیاد باشد، سم به صورت مه پخش می گردد و ذرات سم به قطر ۰/۰۰۱ تا ۵۰ میکرون درمی آیند و آئروسول نامیده می شوند. آئروسولها قدرت انتشار فوق العاده زیادی داشته و در فضا به خوبی انتشار می یابند و از این جهت در محلهای سر بسته مانند فضای اتاق یا گلخانه به خوبی روی آفات مؤثر هستند.

آئروسولها از مواد مؤثره، حلالها و گاز فرئون ۱۲ که به عنوان عامل مولد فشار برای خارج کردن حشره کش از پمپ آئروسول عمل می کند تشکیل شده اند. خارج شدن محلول حشره کش از سر سمپاش یا نازل آئروسول به خاطر وجود گاز فرئون ۱۲ می باشد که تحت فشار در پمپ قرار دارد و با خارج شدن آن، ماده حشره کش به صورت محلول همراه با آن به صورت ذرات خیلی ریز در فضا پراکنده می شود.

1- Solutions 2- Water Soluble Powders 3- Aerosols

۱۲- مواد تدخینی[1]

ترکیباتی هستند که به سرعت به صورت گاز در آمده و از طریق دستگاه تنفسی بر روی حشرات تأثیر می گذارند. این مواد ممکن است ابتدا به صورت گاز نبوده و به صورت مایع یا جامد باشند، ولی به هر حال وقتی در شرایط محیط یا هوای آزاد قرار گیرند به سادگی به صورت گاز در می آیند. در مواردی که قدرت تصعید موجود در قرصهای تدخینی کم باشد، ماده شیمیایی یا سم را با مواد سوختنی مخلوط کرده و با آتش زدن آنها ماده سمی را آزاد می کنند؛ نظیر واروازین که بعد از آتش زدن به صورت دود بدون شعله در آمده و برای کنترل کنه واروآ در کندوهای آلوده زنبور عسل استفاده می شود. مشتقات ساده متان، اتان و پروپان و مخصوصاً مشتقات کلره، نیتریته، سیانوره و اکسیژنه جزء بهترین حشره کشهای تدخینی محسوب می شوند. قرص فستوکسین از این گروه سموم می باشد.

۱۳- مواد امولسیونی

بعضی از آفت کشهایی که در آب نامحلول بوده و یا مستقیماً با آب قابل اختلاط نیستند ولی در روغن ها قابل حل می باشند، به صورت امولسیون به مصرف می رسند. امولسیون مخلوطی است که در آن یک مایع به صورت ذرات خیلی کوچک، در داخل مایع دیگر پراکنده شده است. مایعی که به حالت ذرات کوچک پراکنده می باشد فاز پراکنده یا فاز داخلی، و مایعی که ذرات کوچک را در بر دارد مایع دوم یا فاز خارجی یا پیوسته یا فاز پراکنده کننده نامیده می شود.

در واقع، یکی از شرایط لازم برای تشکیل امولسیون این است که دو مایع در هم قابل حل نباشند. امولسیونها، ترکیبات ناپایداری هستند که برای افزایش پایداری آنها، غالباً یک ترکیب امولسیون کننده به آنها اضافه می کنند. ماده امولسیون کننده مانع تجمع ذرات شده و از شکسته شدن امولسیون نیز ممانعت به عمل می آورد. به طور کلی از دو مایعی که در هم غیر قابل حل باشند مانند روغن و آب، می توان دو نوع امولسیون تهیه کرد. یکی امولسیون آب در روغن (W/O) و دیگری امولسیون روغن در آب (O/W). مایعی که علامت آن اول نوشته می شود در مایع دوم پراکنده می شود، به طوری که در امولسیونهای روغن در آب، روغن توسط قطرات کوچک آب احاطه شده و در امولسیون آب در روغن عکس این وضعیت اتفاق می افتد. امولسیونهای آب در روغن را امولسیونهای معکوس[2] نیز می نامند. امولسیون روغن در آب پس از رقیق شدن در آب ظاهر شیری رنگ دارد. به طور کلی ترکیبات امولسیونی از مواد موثره، مواد امولسیون کننده و حلال آلی حاصل شده اند.

1- Fumigants

2- Inverted Emulsion

۱۴- سوسپانسیونهای غلیظ[1]

در این فرمولاسیون که با F نشان داده می شود، ماده مؤثره در آب و محلولهای آلی غیر قابل حل بوده و ماده بی اثری نظیر خاک رس همراه آن است. قطر ذرات ۰/۵ تا ۸ میکرون است و هر قدر اندازه ذرات ریزتر باشد سوسپانسیون آنها دوام بیشتری پیدا می کند.

۱۵- فرمولاسیون TEC

در این نوع فرمولاسیون، امولسیونهای شفاف ماده مؤثر سم و ماده امولسیون کننده با مقدار کمی حلال مخلوط می شوند؛ اما گاهی حلال وجود ندارد و این مواد پس از رقیق شدن در آب، امولسیون بی رنگی ایجاد می نمایند.

۱۶- فرمولاسیون مایع قابل حل در آب[2]

در این نوع فرمولاسیون، ماده مؤثره مستقیماً در آب حل می شود.

۱۷- فرمولاسیون .R.T.U

در این فرمولاسیون که به آن فرمولاسیون آماده مصرف (Ready to Use) گفته می شود، ترکیب سمی با مواد همراه آن به صورت بسته بندی آماده، تهیه شده و در هنگام مصرف در داخل مخزن سمپاش انداخته می شود. بسته محتوی سم در آب باز شده و سم رها می گردد. این نوع فرمولاسیون خطرات احتمالی هنگام تهیه محلول سمی را از بین می برد.

۱۸- ترکیب کود شیمیایی با حشره کش

مخلوط سم و کود را می توان در موقع کشت و یا پس از کشت گیاه در زمین پاشید و در اختیار گیاه قرار داد.

ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون سموم

در تهیه فرمولاسیون سموم، مواد و ترکیبات متعدد و متفاوتی مورد استفاده قرار می گیرد که هر یک از این مواد با هدف خاصی در فرمولاسیون وارد می شوند.

الف- مواد حمل کننده

۱- حمل کننده های مایع

حلالهایی نظیر گزیلن، سیکلوهگزان، استون، روغنها و نیز آب می توانند نقش یک ماده حلال را بازی کنند که در این میان، آب مهمترین حمل کننده مایع محسوب می گردد. از روغنها به عنوان ماده حامل در تهیه فرمولاسیونهایی نظیر امولسیون شونده ها و فرمولاسیون با حجم فوق العاده کم و نیز ماده حامل علفکشها استفاده می شود. به طور کلی روغنها به عنوان مهمترین ماده حامل

1- Flowables   2- Water soluble concentration

در تهیه فرمولاسیونهای امولسیون شونده و آب در هنگام کاربرد به عنوان ماده حامل فرمولاسیون مطرح می باشند.

۲- حمل کننده های گازی

این مواد به عنوان سرعت دهنده خروج سم و ایجاد کننده فشار در اسپری ها جهت پخش کردن مواد سمی در هوا به کار می روند. انواع متداول این مواد گازهای دی کلرومتان، گاز کربنیک و گاز فرئون می باشند.

۳- حمل کننده های جامد یا خشک

این مواد در ساخت گردها، گردهای خیس شونده و بعضی از فرمولاسیونهای دیگر استفاده می شوند. به طور کلی مواد حاملی که با سموم گردی مخلوط می شوند باید خاصیت رطوبت پذیری کمتری نسبت به آنهایی که همراه با گردهای خیس شونده به کار می روند داشته باشند. برخی از این مواد عبارتند از: تالک، کائولین، ورمی کولیتها و خاکستر.

ب- فعال کننده های سطح

اعضای این گروه مواد فعالی هستند که تأثیر زیادی در بهبود خواص فیزیکی آفت کشهای محلول دارند و شامل خیس کننده ها، پخش کننده ها و مواد چسباننده می باشند. معمولاً به علل تجارتی فرمول شیمیایی این مواد در انحصار کارخانه های فرمولاتور سموم می باشد. فعال کننده های سطح باعث افزایش چسبندگی آفت کش به سطح گیاه شده و به علاوه از شدت تبخیر آن نیز می کاهند.

ج- امولسیون کننده ها

امولسیون کننده ها موادی هستند که هم در آب و هم در روغنها حل می شوند و می توانند روغن را به صورت قطرات بسیار کوچک به حالت معلق در آب درآورند. به طور کلی امولسیون کننده ها باعث افزایش تعلیق یک مایع در مایع دیگر می شوند. این مواد با قرار گرفتن بین سطوح روغن و آب آنها را به هم می چسبانند و در نتیجه، از پیوند قطرات ریز روغن به هم و تولید قطرات درشت جلوگیری می کنند. امولسیون کننده ها دارای دو بخش در مولکول خود هستند که یکی چربی دوست و دیگری آبدوست می باشد. به طور کلی مواد امولسیون کننده به سه گروه عمده تقسیم می شوند:

۱- امولسیون کننده های آنیونی: در این گروه از امولسیون کننده ها، یونهای با بار منفی باعث کاهش کشش سطحی می شوند. الکلهای سولفاته و صابونها جزء این گروه هستند.

۲- امولسیونهای کاتیونی: در این ترکیبات یونهای با بار مثبت در کاهش کشش سطحی آب نقش مؤثری دارند. از این نوع امولسیون کننده ها می توان به املاح آمونیوم چهارگانه و ترکیبات ازته هتروسیکلیک اشاره کرد.

۳- امولسیون کننده های غیر یونی: این مواد در آب یونیزه نمی شوند، اما حل و پخش می شوند. خاصیت هیدروفیلی یا آبدوستی این مواد به دلیل وجود گروه اپوکسید می باشد. اما خاصیت لیپوفیلی یا چربی دوستی آنها به علت وجود زنجیر خطی الکلی یا اسید چرب است. مشتقات پلی اتیلن اکسید و اتیلن گلیکول مهمترین اعضا این گروه هستند.

د- تشدید کننده ها

تشدید کننده ها یا سینرژیستها موادی هستند که قدرت حشره کشی سموم آفت کش را افزایش می دهند. کاربرد عمده این ترکیبات در ساخت و فرمولاسیون حشره کشهای خانگی می باشد.

طبقه بندی آفت کشها

آفت کشها به طرق مختلف تقسیم بندی می شوند که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می شود:

الف – طبقه بندی بر اساس موارد استفاده

۱- حشره کشها: سمومی هستند که برای کنترل حشرات بکار می روند.

۲- لاروکشها: سمومی هستند که برای کنترل لاروها مورد استفاده قرار می گیرند.

۳- تخم کشها: سمومی هستند که برای کنترل تخمها بکار می روند.

٤- کنه کشها: سمومی هستند که برای کنترل کنه ها استفاده می شوند.

۵- حلزون کشها: سمومی هستند که برای کنترل حلزونها بکار می روند.

٦- جونده کشها: سمومی هستند که برای کنترل جوندگان مصرف می شوند.

۷- باکتری کشها: سمومی هستند که برای کنترل باکتری ها بکار می روند.

۸- علف کشها: سمومی هستند که برای کنترل علفهای هرز مورد مصرف قرار می گیرند.

۹- قارچ کشها: سمومی هستند که برای کنترل قارچها بکار می روند.

۱۰- جلبک کشها: سمومی هستند که برای از بین بردن جلبکها در محیط آبی مصرف می گردند.

۱۱- نماتدکشها: سمومی هستند که برای کنترل نماتدها بکار می روند.

یک ماده شیمیایی یا سم ممکن است دارای خواص مختلفی باشد، یعنی بتواند روی بیش از یک نوع آفت و یا روی مراحل مختلف یک آفت اثر کند؛ بر این مبنا سموم زیر را به بازار عرضه کرده اند:

۱۲- حشره کش ـ کنه کش: دارای خاصیت حشره کشی و کنه کشی است؛ مانند دانیتول.

۱۳- کنه کش ـ قارچ کش: ترکیباتی هستند که هم روی کنه ها و هم روی قارچها مؤثر می باشند.

ب – تقسیم بندی سموم بر اساس نحوه ورود به داخل بدن

۱- سموم گوارشی

سمومی هستند که از راه مجرای گوارشی وارد بدن آفت شده و پس از جذب از طریق دیواره لوله گوارش، سبب از بین رفتن آن می شوند. نظیر سموم آرسنیکی، ترکیبات فلوره، تالیم و روی. این سموم معمولاً علیه حشرات دارای قطعات دهانی ساینده بکار می روند و کمتر بر آفات مکنده تأثیر می گذارند.

۲- سموم تماسی

سمومی هستند که از طریق تماس با جلد بدن، حشرات را تحت تأثیر قرار داده و سبب مرگ آنها می شوند. نظیر سموم معدنی، سموم گیاهی، روغنهای معدنی و گیاهی و ترکیبات مصنوعی کلره، فسفره، کارباماتی و غیره.

۳- سموم گازی (تدخینی)

سمومی هستند که به صورت بخار یا گاز از طریق دستگاه تنفس وارد بدن حشرات شده و سبب از بین رفتن آنها می شوند، نظیر گاز فسفین.

پ- تقسیم بندی آفت کشها بر اساس طرز تأثیر

۱- سموم فیزیکی

این سموم به طریق فیزیکی باعث مرگ حشره می شوند نظیر روغنهای سنگین معدنی که در اثر نفوذ به مجاری تنفسی و مسدود کردن آنها، باعث خفگی حشرات به ویژه شپشکهای نباتی می گردند. گردها نیز از جمله سمومی هستند که به طریق فیزیکی عمل می کنند. گردهای بی اثر به دو طریق باعث مرگ حشرات می شوند:

اول ـ برخی مانند اکسید آلومینیم (Al_2O_3) سبب ایجاد شکاف و ترکهایی در جلد بدن حشره می گردد، در نتیجه، سبب بیرون رفتن آب از بدن و در نهایت مرگ حشره می شوند.

دوم ـ برخی دیگر نظیر پودر تالک آب دوست بوده و از طریق جذب آب و چربی بدن، سبب مرگ حشره می شوند.

۲- سموم پروتوپلاسمی

این ترکیبات باعث رسوب کردن پروتئین سلولهای بدن حشرات و در نتیجه مرگ آنها می شوند؛ نظیر سموم جیوه ای، مسی، املاح نیتروفنیل، نیتروکرزول، فلوسیلیکات، آرسنیت و آرسیناتها.

۳- سموم تنفسی

این سموم با مهار کردن آنزیمهای اکسیداز که نقش اصلی را در تنفس سلولها بر عهده دارند، تنفس سلولها را متوقف نموده و باعث مرگ حشره می شوند. این سموم با عناصر فلزی موجود در آنزیمهای تنفسی و یا به عبارت دیگر با اکسیدازهای سلولی که دارای آهن هستند ترکیب شده و اثر کاتالیزوری آنها را خنثی می کنند؛ نظیر اسید سیانیدریک، هیدروژن سولفوره، اکسید کربن و گاز فسفین.

۴- سموم عصبی

این سموم بر روی آکسونها و یا انتقال دهنده های شیمیایی تحریکات عصبی که در محل سیناپسها قرار دارند اثر کرده و بدین صورت باعث مرگ حشره می شوند. این ترکیبات از لحاظ نوع و نقطه اثر به چند گروه تقسیم می گردند:

۴-۱- ترکیبات گیج کننده

ترکیباتی می باشند که باعث ایجاد حالت خواب و گیجی در موجودات تحت اثر خصوصاً پرندگان و پستانداران می شوند. از این گروه می توان به ترکیباتی نظیر آنتراکوئینون (anthraquinon) اشاره نمود که برای دور کردن پرندگان از مزارع به کار می رود. برخی ترکیبات هالوژنه نیز باعث ایجاد چنین حالتی می شوند.

۴-۲- سموم اکسونی

تأثیر این سموم بر اکسون سلولهای عصبی است. سموم کلره و نیز پایروتیروئیدها به این صورت روی موجودات زنده خصوصاً حشرات تأثیر می گذارند.

۴-۳- سموم سیناپسی

نقطه اثر این ترکیبات محل اتصال اکسون یک سلول عصبی به دندریت سلول عصبی دیگر یا سیناپس می باشد. در سیناپسهای عصبی حشرات حداقل دو نوع انتقال دهنده شیمیایی به نامهای استیل کولین و اکتوپامین وجود دارد. در حشرات استیل کولین واسطه شیمیایی در سیستم عصبی مرکزی است اما در پستانداران این ناقل در محل اتصال اعصاب به سلولهای ماهیچه ای عمل می کند. برخی از سموم نظیر ترکیبات فسفره و کاربامات بازدارنده آنزیم استیل کولین استراز

می باشند. برخی نظیر فرمامیدینها بر سیناپسهای با واسطه اکتوپامین اثر می گذارند و برخی دیگر از سموم نظیر نیکوتین جزء سموم پس سیناپسی می باشند.

۵- بازدارنده های متابولیکی

۵-۱- مهار کننده های زنجیره تنفسی

زنجیره انتقال الکترون در سلول شامل تعدادی از سیتوکرومهاست که در تولید انرژی دخالت دارند. تعدادی از سموم در این زنجیره اختلال ایجاد کرده و در نتیجه تنفس داخل سلولی و تولید انرژی را متوقف می کنند. از این گروه می توان به ترکیباتی نظیر روتنون، اسید سیانیدریک و مونو اکسید کربن اشاره نمود.

۵-۲- بازدارنده های سیستم آنزیمی MFO

سیستم MFO یک سیستم اکسید کننده مرکب است که در میکروزومهای کبدی پستانداران و بعضی بافتها نظیر اجسام چربی در بدن حشرات وجود دارد. بعضی از ترکیبات شیمیایی نظیر مشتقات متیلن دی اکسی فنیل مثل پی پرونیل بوتوکساید قادرند این سیستم را در بدن حشره مهار کرده و از اکسیداسیون سم توسط این سیستم ممانعت به عمل آورند.

۵-۳- بازدارنده های چرخه اسید تری کربوکسیلیک (TCA) و گلیکولیز

تعدادی از سموم که غالباً جزء ترکیبات معدنی هستند با ممانعت از عمل آنزیم های مختلف در چرخه تری کربوکسیلیک اسید یا چرخه کربس اختلال ایجاد کرده و در نتیجه اعمال متابولیکی را متوقف می کنند. از این گروه می توان به ترکیبات فلوئوره آلی از جمله فلوئورواستات سدیم و نیز برخی ترکیبات آرسنیکی اشاره نمود.

۶- سموم ماهیچه ای

یون کلسیم در تحریک انقباضات عضلانی نقش مهمی دارد. برخی ترکیبات گیاهی مانند ریانودین و وراتریدین با تأثیر روی این یون و یا به صورت دیگر بر بافت ماهیچه ای اثر گذاشته و از انقباض آن جلوگیری می کنند. این ترکیبات مصرف اکسیژن در بافتها را نیز افزایش می دهند.

۷- ترکیبات آلکیله کننده

گروهی از ترکیبات شیمیایی از نظر بیولوژیکی فعال بوده و قادرند یک گروه آلکیل را جانشین اتم هیدروژن موجود در ترکیبات تحت اثر نمایند. این ترکیبات بر گروههای زیادی از ترکیبات شیمیایی مهم مانند پروتئینها، آنزیمها و اسیدهای نوکلئیک در بدن تأثیر گذاشته و ایجاد اختلال می نمایند. از این گروه می توان به گاز سمی متیل بروماید و برخی ترکیبات عقیم کننده نظیر آمینوپترین اشاره نمود.

ت- رده بندی سموم بر اساس نوع مسمومیت و LD_{50}

۱- رده بندی سموم بر اساس سمیت دهانی

گاهی سم از راه دهان وارد معده جانوران آزمایشگاهی یا موشهای صحرایی شده و آنها را تحت تأثیر قرار می دهد. از این لحاظ سموم را می توان به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

الف- سموم پر قدرت: LD_{50} آنها تا ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. نظیر آنتو، کلروپیکرین، متیل بروماید، وارفارین و سولفید روی.

ب- مواد شدیداً سمی: LD_{50} آنها بین ۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. نظیر دیازینون، دی کلرووس، دیمیتوات، دینوبوتون، هپتاکلر، متاسیستوکس و اندوسولفان.

ج- مواد با سمیت متوسط: LD_{50} آنها بین ۲۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. نظیر کارباریل، دیکوفول، فنیتروتیون، فرمالین، مالاتیون، فوزالون، نیترافن، توکسافن، تری کلروفون و متالدهاید.

د- مواد با سمیت کم: LD_{50} آنها بیشتر از ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. نظیر بنومیل، محلول بردو، برموپروپیلات (نئورون) میلبکس، ترادیفون و روغنهای نفتی.

۲- رده بندی سموم بر اساس سمیت پوستی

در این نوع تقسیم بندی، سمیت سموم بر مبنای ورود آنها از طریق پوست ارزیابی می شود.

الف- سمیت حاد: LD_{50} کمتر از ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن بوده و ضریب سمیت پوستی دهانی کمتر از یک است.

ب- قطعی: LD_{50} ۳۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و ضریب سمیت پوستی دهانی ۱-۳ است.

ج- نسبتاً کم: LD_{50} بیشتر از ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و ضریب سمیت تماسی گوارشی بیشتر از ۳ است.

ضریب پوستی دهانی عبارت از نسبت LD_{50} پوستی به LD_{50} دهانی مثلاً اگر LD_{50} پوستی سمی ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و LD_{50} دهانی آن ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، ضریب پوستی ـ دهانی ۰/۷۵ می شود، یعنی این سم از طریق تماس ۰/۷۵ قابلیت مسمومیت دارد.

۳- رده بندی سموم بر اساس سمیت مزمن

سموم بر اساس میزان تجمع سم در بدن ارزیابی می شوند.

الف- سموم با خاصیت تجمعی بسیار شدید: ضریب تجمعی کمتر از یک است.

ب- سموم دارای خاصیت تجمعی قطعی : ضریب تجمعی ۳-۱ می باشد.

ج- سموم با خاصیت تجمعی متوسط : ضریب تجمعی ۳-۵ است.

د – سموم با خاصیت تجمعی نسبتاً کم : ضریب تجمعی بیشتر از ۵ می باشد.

ضریب تجمع عبارت است از نسبت متوسط دز کشنده یک ماده شیمیایی در آزمایشات زیست سنجی (سمیت مزمن) به متوسط دز کشنده در یک بار مصرف.

ج- طبقه بندی سموم بر اساس نحوه حرکت در گیاه

۱- سموم سیستمیک

این گروه از سموم دارای اثر گوارشی، تماسی، تدخینی و یا همه این خواص می باشند، اما ویژگی آنها این است که پس از پاشیده شدن روی سطح گیاه یا کاربرد در خاک و از طریق ریشه، به سرعت به داخل نسج گیاه نفوذ کرده و در کلیه اندامهای آن پخش می شوند و بدین ترتیب آفاتی را که از داخل یا خارج گیاه تغذیه می کنند از بین می برند. ترکیبات موجود در این گروه چربی دوست (لیپوفیل) هستند، ولی در عین حال تا حد زیادی در آب حل می شوند. خاصیت چربی دوستی به آنها اجازه می دهد که از قشر مومی سطح برگ عبور کنند و خاصیت آبدوستی نیز سبب می شود که این ترکیبات در شیره گیاهی به جریان بیفتند. اکثر سموم فسفره سیستمیک در آوندهای چوبی حرکت می کنند. برخی از این سموم عبارتند از: هپتنفوس، فسفامیدون و ....

مزایای سموم سیستمیک:

- اثر حشره کشی آنها با شسته شدن از سطح گیاه از بین نمی رود.
- تحرک این مواد از طریق شیره گیاهی باعث می شود که سم به قسمتهای سم پاشی نشده گیاه نیز نفوذ نماید.
- پایداری این سموم در داخل گیاه نسبتاً زیاد است.
- معمولاً به دلیل کم بودن خاصیت تماسی و جذب سریع این سموم به داخل گیاه، خطر آنها برای حشرات مفید کمتر است.

۲- سموم نفوذی یا نیمه سیستمیک

سموم نفوذی نیز مانند سموم سیستمیک می توانند اثر تماسی، گوارشی یا تدخینی داشته باشند. این ترکیبات در آب به مقدار کم حل می شوند اما در چربیها نسبتاً محلولند. خاصیت چربی دوستی آنها باعث می شود که در لایه مومی سطح برگ نفوذ کنند اما در بافت گیاه به مقدار کمی پخش می شوند. مشخصه دیگر این سموم این است که باید قبل از رسیدن به محل هدف فعال شوند. این سموم معمولاً زمانی مصرف می شوند که دسترسی به آفت به دلیل پیچیده شدن شاخ و برگ به سادگی امکان پذیر نبوده و یا اینکه آفت در زیر پوست، برگ، میوه و یا شاخه چوبی نشده پنهان شده باشد. این سموم در مورد آفاتی نظیر شته های مومی هم تأثیر خوبی دارند. برخی از این ترکیبات عبارتند از: دیازینون، متیداتیون، فوزالون و ....

چ- طبقه بندی سموم بر اساس میزان دوام و پایداری

۱- سموم با دوام بسیار زیاد

این سموم برای تجزیه شدن (معمولاً در خاک) و در واقع بی اثر شدن به زمانی بیش از دو سال نیاز دارند. به عبارت دیگر برای تجزیه ماده مؤثره حداقل ۲ سال زمان لازم است. د.د.ت، آلدرین، دی آلدرین و اغلب سموم کلره آلی متعلق به این گروه هستند.

۲- سموم با دوام نسبتاً زیاد

این سموم برای تجزیه شدن به زمانی حدود ۱/۵ تا ۲ سال نیاز دارند و تحت شرایط محیطی مانند تغییرات آب و هوایی تحول چندانی نمی یابند. روغنهای معدنی، DNOC و برخی قارچکشها در این گروه قرار دارند.

۳- سموم با دوام متوسط

زمان لازم برای تجزیه این سموم بین ۱-۶ ماه است. ترکیباتی مانند لیندین و دیمتوآت که قدرت تبخیر شوندگی نسبتاً کمی دارند جزء این گروه می باشند. کاربرد این سموم در کشاورزی با رعایت نکاتی نظیر زمان مصرف و دوره کارنس امکانپذیر است.

۴- سموم کم دوام

مدت تجزیه این سموم کمتر از یک ماه است. این ترکیبات به شدت تبخیر شونده بوده و تحت تأثیر شرایط محیطی تجزیه می شوند. در مورد برخی از سموم نظیر دیکلرووس این زمان بین ۱-۳ روز در سطح گیاه در شرایط زراعی می باشد.

ح- طبقه بندی بر اساس ساختار شیمیایی

۱- ترکیبات معدنی

این ترکیبات در ساختار شیمیایی خود فاقد اتم کربن آلی هستند و به دو گروه عمده تقسیم می شوند:

۱-۱- ترکیبات معدنی طبیعی نظیر سموم گوگردی معدنی

۱-۲- ترکیبات معدنی مصنوعی نظیر سموم آرسنیکی، فلوئوره و ....

۲- ترکیبات آلی

این ترکیبات در ساختار شیمیایی خود دارای اتم کربن هستند که با اتمهای مختلف دیگر پیوند یافته است. این ترکیبات نیز به دو گروه تقسیم می شوند:

۲-۱- ترکیبات آلی طبیعی مانند روغنهای طبیعی، سموم گیاهی و ....

۲-۲- ترکیبات آلی مصنوعی مانند ترکیبات آلی فسفره، پیروتروئیدهای مصنوعی، تیوسیاناتها و ...

فصل دوم

روغنها

روغنها

روغنها جزء گروه حشره کشهای آلی طبیعی بوده و از دیر زمان به عنوان حشره کش، کنه کش و علف کش برای کنترل مراحل مختلف زیستی حشرات، کنه ها و علفهای هرز به کار رفته اند. در سال ۱۷۸۷ برای اولین بار از روغن جهت مبارزه با شپشکهای نباتی در زمستان استفاده شد. روغنها به عنوان ماده حامل امولسیون کننده ها و همچنین حلال سموم محلول در روغن کاربرد دارند، اما همانند مشتقات زغال سنگ به علت دارا بودن هیدروکربورهای حلقوی اغلب باعث گیاهسوزی می شوند و روغنهای غیر اشباع نیز این خاصیت را دارند.

روغنهایی که در گیاه پزشکی برای کنترل آفات به کار می روند، به دو گروه زیر تقسیم می شوند:

۱- گروه اول: مخلوطی از هیدروکربورهای پارافینی و حلقوی.

۲- گروه دوم: مواد چربی حقیقی.

الف- روغنهای نفتی

روغنهای معدنی نفتی از تصفیه مواد استخراج شده نفتی در دماهای ۲۷۵ تا ٤٥٠ درجه سانتیگراد به دست می آیند. اگر هیدروکربورهای غیر اشباع را از روغنهای نفتی جدا نماییم، فرآورده هایی به دست می آیند که درجه تقطیر و ویسکوزیته معینی دارند. از چنین روغنهایی می توان برای کنترل برخی از آفات استفاده نمود. گاهی خصوصیات روغنها را بر حسب جرم مولکولی آنها نیز بیان می کنند؛ بر این اساس، روغنهای بسیار سبک، خاصیت حشره کشی چندانی ندارند، اما بر عکس، روغنهای سنگین علاوه بر داشتن خاصیت حشره کشی، روی گیاه میزبان نیز گیاه سوزی ایجاد می کنند، به این دلیل در رابطه با مصرف هیدرو کربورهایی که در گیاه پزشکی به کار می روند، نقطه جوش آنها کنترل می شود. روغنهای مناسب دارای جرم مولکولی ۲۹۰ تا ۳۲۰ هستند.

ب- روغنهای زغال سنگ

این ترکیبات که روغن قطران نیز نامیده می شوند، از تقطیر زغال سنگ به دست می آیند و مواد تشکیل دهنده آنها شامل بنزن، نفتالین، آنتراسین و ترکیبات حلقوی دیگر از قبیل پیریدین، فنل و کروزول می باشد.

امروزه مصرف و کاربرد روغنهای زغال سنگ در گیاه پزشکی به علت تولید ناراحتی های پوستی و همچنین سرطان زایی ممنوع است.

سمیت روغنها

روغنها از جمله سموم فیزیکی هستند که خاصیت سمی آنها، به خاصیت فیزیکی کل مولکول وابسته است و به عامل خاصی در ساختمان مولکول بستگی ندارد.

خواص مطلوب روغنها

روغنها دارای خصوصیات مطلوبی به شرح زیر می باشند:

۱- از طریق به هم زدن ساختمان سلولی و اختلال در توازن آب باعث مرگ حشره می شوند.

۲- با نفوذ به داخل منافذ تنفسی باعث خفگی و مرگ حشره می گردند.

۳- روغنها با انحلال قشر مومی کوتیکول حشرات، نفوذ ماده سمی را به داخل بدن امکان پذیر می سازند. علاوه بر این باعث گرفتار شدن حشره به وسیله نیروی کشش سطحی آب می شوند؛ این خاصیت روغن سبب می گردد که به هنگام پاشیده شدن لایه نازکی از آن روی سطح آب ایجاد شود که این حالت در مبارزه با لارو پشه ها مؤثر می باشد.

٤- مخلوط روغنها با حشره کشها سبب افزایش سمیت حشره کش می شود.

جایگاه روغنها در بین آفت کشها

روغنها جزء حشره کشهای تماسی محسوب می شوند. پایداری روغنهای گیاهی و حیوانی از روغنهای معدنی کمتر است، زیرا آنها در مجاورت هوا و نور اکسیده و فاسد می شوند.

تمام روغنها را باید قبل از پاشیدن به صورت امولسیون در آورد، بنابراین همیشه برای مخلوط کردن آنها با آب باید ماده امولسیون کننده را اضافه کرد تا روغن به صورت قطرات بسیار ریز معلق در آب در آید.

موارد کاربرد روغنها

روغنها در موارد زیر به کار برده می شوند:

۱- برای سمپاشی تابستانی علیه شپشکهای آردآلود، سپردارها و شته ها (روغن تابستانه).

۲-برای سمپاشی زمستانی بر ضد شپشکهای گیاهی، کنه های گیاهی، تخم و لارو برخی از حشرات (روغن زمستانه).

۳- به عنوان ماده حامل و حلال حشره کشها به ویژه سموم پیرترینی، روتنون، نیکوتین و برخی سموم دیگر.

٤- جهت مخلوط کردن با بعضی از حشره کشها مانند ترکیبات فسفره (امولسیون روغنی) به منظور افزایش دوام و اثر آفت کشی آنها.

۵- علیه انگل هایی مانند کنه ها، کک ها و شپش ها در روی دامها.

۶- علیه لارو عده ای از حشرات آبزی خصوصاً پشه ها در سطح آبهای راکد، به منظور حفظ بهداشت در این مکانها.

روغنها از لحاظ شیمیایی در گروه های زیر قرار می گیرند:

۱- گلیسیریدها: این روغنها که از نوع گیاهی یا جانوری هستند، با سود محرق و یا محرق های قلیایی دیگر تولید صابون کرده و گلیسیرین آزاد می سازند مانند روغنهای سویا، کتان، پنبه، زیتون، کرچک و روغن ماهی.

۲- روغنهای اتری: این روغنها فرار بوده و قابلیت صابون شدن را ندارند. این روغنهای معطر از غدد ترشحی برخی از گیاهان به دست می آیند و اسانس نامیده می شوند؛ نظیر اسانسهای نعناع، کافور و پوست میوه برخی از مرکبات.

امروزه از این مواد برای دور کردن و یا جلب حشرات استفاده می کنند.

۳- روغنهای نفتی: این روغنها از طبقات سنگهای رسوبی زیر زمینی استخراج شده و از هیدروکربورهای مختلف تشکیل شده اند؛ نظیر روغن موتور معمولی، گاز طبیعی، بنزین و گازوئیل.

نحوه تعیین خواص آفت کشی و گیاه سوزی روغنها

خواص روغنها شامل خاصیت آفت کشی و اثرات گیاه سوزی آنها به وسیله انجام آزمایشات زیر تعیین می شود:

الف - درجه خلوص

مواد نفتی که از معادن نفت استخراج می شوند مخلوطی از انواع هیدروکربورهای اشباع شده و غیر اشباع بوده و ترکیبات متشکله آنها بر حسب نوع معدن، فرق می کند. مثلاً در چاه های جنوب غربی کشور نفت استخراجی مملو از هیدرو کربورهای اشباع شده است و به همین جهت آنها را نفتهای پارافینی می گویند. به طور کلی هیدروکربورهای اشباع نشده سبب گیاه سوزی می شوند، بنابراین حتی المقدور باید سعی گردد که روغن مورد استفاده برای دفع آفات نباتی عاری از هیدروکربورهای اشباع نشده باشد و به همین لحاظ لازم است درجه خلوص آن قبل از مصرف تعیین شود.

درجه خلوص روغنها را از مقدار هیدروکربورهای اشباع نشده آنها، با درجه سولفوناسیون نشان می دهند، به طوری که اگر درجه سولفوناسیون ۱۰۰ باشد یعنی روغن فاقد هیدرو کربور اشباع نشده است. تعیین درجه سولفوناسیون برای سمپاشی زمستانی و تابستانی بسیار تعیین کننده می باشد، مثلاً روغنهایی با درجه سولفوناسیون ۸۵-۱۰۰ برای سمپاشی تابستانی و روغنهای با درجه سولفوناسیون۶۵-۷۵ برای سمپاشی زمستانی مناسب هستند.

از نظر شیمیایی، هیدروکربورهای پارافینی و نفتالینی به علت دارا بودن خواص مطلوبی به شرح زیر از ثبات بیشتری برخوردار می باشند:

۱- پایدار بوده و در مجاورت هوا به کندی اکسیده می شوند.

۲- در روی سطوحی مانند برگ و دیگر قسمتهای گیاه به خوبی پخش می شوند.

۳- در موقع پاشیدن روی بدن حشرات به راحتی سطح بدن آنها را می پوشانند. به علاوه، در حشرات دارای سپر باعث حل شدن آن شده و در نتیجه، سپر را قابل نفوذ می کنند. با این حال، درجه سمیت آنها کمتر می باشد.

- خواص هیدروکربور اشباع نشده

۱- ناپایدار بوده و به سرعت در برابر هوا و نور اکسیده می شود.

۲- اسید تولید نموده و سبب گیاه سوزی می گردد.

۳- به خوبی روی گیاهان پخش نمی شود.

٤- سمیت آن نسبت به هیدرو کربورهای اشباع شده زیادتر می باشد.

ب- درجه تقطیر

روغنهای معدنی بر حسب درجه تقطیر در ۵ گروه زیر دسته بندی می شوند:

۱- روغنهای سنگین

۲- روغنهای نیمه سنگین

۳- روغنهای متوسط

٤- روغنهای نیمه سبک

۵- روغنهای سبک

در این میان روغنهای نیمه سنگین، متوسط ونیمه سبک کاربرد دفع آفاتی داشته و دارای نقطه جوش ۳۰۰ تا ٤۵۰ درجه سانتیگراد می باشند.

ج- نقطه اشتعال

منظور از نقطه اشتعال، دمایی است که در آن بخار روغنهای نفتی شعله ور می شود. نقطه اشتعال در روغنهای رقیق ۱۳٦ درجه سانتیگراد و در روغنهای بسیار غلیظ ۲۲۷ درجه سانتیگراد است. برای سمپاشی از روغنهایی استفاده می شود که نقطه اشتعال آنها بیشتر از ۵۳ درجه سانتیگراد باشد.

انواع روغنهایی که کاربرد دفع آفاتی دارند:

۱- نفتهای معمولی

اولین بار در سال ۱۸٦۵ از نفت به عنوان حشره کش استفاده شد. کوک در سال ۱۸۷۷ آن را همراه با صابون به صورت امولسیون مصرف کرد. از نفت معمولی می توان به صورت امولسیون با صابون و آب برای کنترل شته ها استفاده نمود.

۲- نفت تصفیه شده بی بو

از نفت بی بو برای تهیه محلول پیرترین استفاده می شود. به این ماده اغلب یک ماده معطر اضافه کرده و سپس آن را با لیندین مخلوط می کنند. مخلوطی که به این طریق حاصل می شود، امروزه به اسامی متفاوت توسط شرکتهای مختلف عرضه شده و جهت دفع مگس، پشه و سایر حشرات خانگی مصرف می گردد.

برای تصفیه و بی بو کردن نفت معمولی، به آن اسید سولفوریک اضافه می کنند تا هیدروکربورهای اشباع نشده آن رسوب نمایند.

۳- روغنهای تابستانی و زمستانی

از این روغنها به صورت امولسیون در آب، برای سمپاشی درختان استفاده می شود. موقعی که گیاه دارای برگ است، باید از روغنهایی با درجه خلوص ۹۲ به بالا استفاده نمود، اما برای سمپاشی زمستانی و مواقعی که درخت بی برگ بوده و در حالت استراحت می باشد، می توان از روغنهایی با درجه خلوص کمتر یا روغنهای زمستانی استفاده کرد.

۴- روغنهای سفید

این روغنها که از تصفیه کامل روغنهای زمستانه به دست می آیند، دارای درجه خلوص ۱۰۰ بوده و فاقد هیدروکربورهای اشباع نشده می باشند. پارافین مایع از بهترین روغنهای تابستانی سبک است.

نحوه استفاده از روغنهای معدنی

به طور کلی روغنهای معدنی به همراه یک ماده امولسیون کننده جهت پخش روغن در آب به کار برده می شوند. این امولسیون باید حداقل تا موقع پاشیده شدن بر روی گیاه به همین حالت باقی بماند.

روغنهای معدنی اغلب به صورت امولسیون غلیظ و ژله مانند، به بازار عرضه می شوند تا در موقع سمپاشی به مقدار کافی با آب مخلوط شده و به مصرف برسند. این نوع امولسیون ها را می توان برای مدت طولانی در شرایط انبار نگهداری نمود ولی پس از مخلوط شدن با آب، باید آنها را به مصرف رساند زیرا به مرور زمان، روغن از آب جدا می شود و به عبارت دیگر امولسیون

می شکنند. سرعت جدا شدن روغن از آب به عواملی نظیر نوع روغن، ماده امولسیون کننده و مقدار ماده امولسیون کننده بستگی دارد. ساده ترین مواد امولسیون کننده صابونها هستند که به دلیل تشکیل رسوب در آبهای آهکی و سخت باعث ناپایداری امولسیون شده و لذا کمتر مصرف می شوند. امروزه مواد امولسیون کننده ای که ساخته شده اند عمدتاً از ترکیبات سولفوته، استیلنها، آلکیلها و آریل ها می باشند و معمولاً در آنها املاح سدیم به کار رفته است. ترکیبات دیگری از گروه الکلها، استرها و آمیدها نیز ساخته شده و با نامهای تجارتی مختلف به فروش می رسند که معروفترین این مواد، ترکیباتی به نام Tween می باشند.

فرمولاسیون های روغنهای معدنی

۱- امولسیون غلیظ

این فرم از مخلوط روغن معدنی از۸۰ تا ۹۰ درصد ماده امولسیون کننده و مقدار کمی آب تشکیل شده است. این امولسیون به شکل ژله و یا مایع بسیار غلیظی می باشد که پس از مخلوط شدن با آب مخلوط شیری رنگی تولید می کند.

برای کنترل شپشکهای گیاهی، ابتدا امولسیون غلیظی با پارافین مایع تهیه می کنند و سپس در موقع سمپاشی، آن را با مقدار کافی آب و حشره کش دیگری نظیر مالاتیون و یا اکامت مخلوط می نمایند.

به منظور تهیه امولسیون غلیظ، ابتدا با به هم زدن پارافین مایع و ماده امولسیون کننده مخلوط یکنواختی تهیه شده و سپس کم کم به آن آب اضافه می گردد و به شدت به هم زده می شود تا مایع غلیظ سفید و یکنواختی فراهم گردد.

برای تهیه مایعی که دارای ۱/۵ درصد روغن معدنی باشد، باید ۳ لیتر از این امولسیون را با ۹۷ لیتر آب مخلوط نمود.

۲- روغن امتزاج پذیر

این فرمولاسیون دارای ۹۷ تا ۹۹ درصد روغن خالص می باشد که با ماده امولسیون کننده مخلوط شده و در موقع سمپاشی با مقدار کافی آب مخلوط می گردد. این روغن به طور معمول مایع بوده و مانند امولسیون های غلیظ ژله ای نمی باشد.

۳- امولسیونها ی رقیق

این امولسیونها در موقع سمپاشی در داخل مخزن سمپاش تهیه شده و مصرف می گردند؛ بدین منظور، ماده امولسیون کننده را در داخل سمپاش ریخته و به وسیله تلمبه آن را چند دقیقه از

لانس سمپاش عبور می دهند و سپس بقیه آب و حشره کشهای دیگر را اضافه می کنند. این امولسیون زودتر از دو نوع فوق الذکر شکسته شده و روغن آن از آب جدا می شود.

نحوه تأثیر روغنهای معدنی بر روی گیاهان

روغنهای معدنی به راحتی به داخل روزنه های تنفسی گیاهان نفوذ کرده و علاوه بر این، از بافتهای پوششی برگ نیز عبور می نمایند. سطح زیرین برگ گیاهان به دلیل داشتن تعداد روزنه های تنفسی بیشتر، برای ورود روغنهای معدنی مناسب تر است. با این حال، در برگ مرکبات نفوذ روغن از هر دو سطح برگ امکان پذیر است. روغن پس از ورود به استوماتها وارد فضای بین سلولی شده و سپس به داخل رگبرگها و سلولهای پارانشیمی وارد می شود و از این طریق به داخل شاخه ها منتقل می گردد؛ هر اندازه غلظت روغن کمتر باشد سرعت انتقال آن در بافتهای گیاهی سریعتر خواهد بود، به عنوان مثال نفت معمولی در مدت چند ساعت وارد بافتها می شود، در حالی که روغنهای سنگین ممکن است طی چند روز وارد بافتهای گیاه گردند.

مشکلات ناشی از استفاده بی رویه روغنها

اگر روغنهای معدنی بیش از حد معمول بر روی گیاه پاشیده شوند مشکلات زیر بوجود می آید:

۱- مدت کوتاهی پس از مصرف روغن، فضای بین سلولها از قطرات روغن پر کرده و در نتیجه، در تنفس گیاه اختلال ایجاد می شود.

۲- در اثر نفوذ روغن در فضای سلولی، گاز کربنیک در داخل بافتها انباشته شده و بدین ترتیب، مقدار تولید نشاسته نقصان می یابد.

۳- موارد فوق باعث کندی رشد گیاه شده، همچنین تعداد جوانه های سال بعد نیز کاهش پیدا می کند.

٤- باعث تباهی بافت گیاه می شوند که علت آن وجود ناخالصی هایی نظیر هیدروکربورهای اشباع نشده، ترکیبات فنلی و گوگردی می باشد. وجود هیدروکربورهای اشباع نشده زنجیری و یا حلقوی سبب گیاه سوزی می شود. هر اندازه دما زیاد و هوا خشک باشد خطر گیاه سوزی زیادتر می شود، به طوری که در هوای خشک، روغن به سرعت وارد بافتهای گیاهی شده و ایجاد گیاه سوزی می کند. برای جلوگیری از سرعت نفوذ روغن در بافتها، به آن املاح اسید استئاریک اضافه می کنند به عنوان مثال، موقعی امولسیون روغنی که روی درختان مرکبات پاشیده می شود باید به آن استئارات آلومینیم اضافه کرد. روغن معدنی بر روی میوه ها لکه های سوخته ایجاد می کند. امولسیون روغنی ممکن است رشد میوه های مرکبات را بطئی کرده و علاوه براین، در رنگ و طعم آنها نیز اثرات نامطلوبی ایجاد نماید.

نحوه تأثیر روغنهای معدنی بر روی حشرات

در مورد نحوه تأثیر روغنهای معدنی بر روی حشرات عقاید متفاوتی وجود دارد ولی مسلم است زمانی که روغن معدنی به صورت امولسیون به کار می رود پس از شکسته شدن امولسیون و تبخیر آب، به شکل لایه نازکی (فیلم نازک)، تمام سطح بدن را احاطه می نماید و یا با نفوذ به داخل سوراخهای تنفسی، مسدود شدن آنها و در نتیجه خفگی حشره را سبب می شود. نفوذ روغن در مجاری تنفسی بستگی به سنگینی روغن دارد، به طوری که هر اندازه روغن سبکتر باشد نفوذ آن سریعتر خواهد بود. همچنین روغنها سبب به هم ریختن نظم کوتیکول به ویژه لایه مومی شده و در نتیجه پوست را نسبت به سموم قابل نفوذ می نمایند.

موارد استفاده روغنهای معدنی

روغنهای معدنی به صورت امولسیون برای کنترل عده ای از حشرات از جمله شپشکهای نباتی خانواده Coccidae و سپردارهای خانواده Diaspididae به کار برده می شوند. همچنین در ایران از امولسیونهای پارافینی به همراه سموم فسفره مانند دیازینون و اکامت برای کنترل شپشکهای نباتی استفاده می نمایند.

آزمایشهای متعدد نشان داده که هر اندازه مقدار ماده امولسیون کننده روغن کم باشد تا حدی که بتوان روغن را امولسیون کرد، اثر سمومی نظیر مالاتیون بیشتر می شود. روغنهای معدنی برای افزایش خاصیت حشره کشی تعدادی از حشره کشها نیز به کار می روند.

روغنهای گیاهی

روغنهای گیاهی دارای مولکولهای سنگین بوده و از نظر شیمیایی با روغنهای معدنی کاملاً متفاوت هستند. از نظر فیزیکی سرعت تبخیر روغنهای گیاهی مانند روغنهای معدنی کم بوده و نحوه تأثیر آنها نیز شبیه روغنهای معدنی است.

به طور کلی روغنهای گیاهی غلظت و نقطه اشتعال بیشتری دارند. روغنهای گیاهی که در دفع آفات به کار می روند دارای غلظت متوسطی هستند.

مزایای روغنها نسبت به حشره کشها

۱- روغنها برای انسان و دام کم خطر می باشند.

۲- باقیمانده آنها در روی گیاه و محصول نسبت به سموم شیمیایی خطر کمتری دارد.

۳- بروز مقاومت در حشرات و کنه ها گزارش نشده است.

٤- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه هستند.

احتیاطات لازم در موقع کاربرد روغنها

در موقع کاربرد روغنها باید احتیاطات زیر رعایت شود:

۱- در بهار و تابستان باید قبل از روغن پاشی، درختان میوه و یا باغ، آبیاری شود.

۲- سه هفته قبل و بعد از روغن پاشی، باید از کاربرد گوگرد روی گیاه خودداری شود.

۳- اگر از مخلوط روغن و سم استفاده می گردد، باید احتیاطات مربوط به سم رعایت شود.

اشکال تجارتی روغنها

روغنهایی که امروزه مصرف می شوند، عمدتاً از گروه روغنهای پارافینی بوده و تحت عناوین تجارتی مختلف نظیر ®Fyzol , ®Actiprol , ®Elicion , ®Fitol , ®Citrol و ®Volk عرضه می شوند. در روی بسته بندی همه این روغنها مواد تشکیل دهنده و مشخصات عمده آنها نوشته شده است و در موقع مصرف باید به این اطلاعات توجه نمود. به عنوان مثال ترکیب تجارتی ®Fitol دارای مشخصاتی به شرح زیر است:

روغن پارافین: ۸۳/۵٪

امولسیون کننده: ۱۶/۵٪

حداقل درجه سولفوناسیون: ۹۳٪

کاربرد سموم همراه روغنها

گاهی اوقات برای حصول نتیجه بهتر و بیشتر از روغن پاشی، مقداری ماده سمی نیز در ترکیب امولسیون روغنی وارد می شود. اضافه کردن روغن به سموم حشره کش روی سمیت آنها اثر تشدید کنندگی دارد. روغنهایی که به عنوان ماده حامل حشره کش مصرف می شوند، نسبتاً غیر قطبی بوده و در آب نیز نامحلولند.

به طور کلی روغنها به سه شکل عمده اثر سموم را تشدید می کنند:

۱- به آنها شانس تماس بیشتری با بدن حشره را می دهند.

۲- لایه مومی اپی کوتیکول را شکسته و حل می کنند و در نتیجه، سم می تواند از آن عبور کند.

۳- بخشهای پروتئینی کوتیکول را از بین می برند.

گیوتکس یکی از سمومی است که همراه با روغنهای زمستانه مصرف شده و دارای خاصیت گیاه سوزی است.

به طور کلی در هنگام کاربرد سموم به همراه روغنها باید توجه نمود که اولاً امکان اختلاط ماده سمی با روغن وجود داشته باشد و ثانیاً این اختلاط بر روی گیاه اثر سوء نداشته باشد.

فصل سوم

سموم معدنی

حشره کشهای معدنی

ترکیبات معدنی قبل از کشف خواص حشره کشی د.د.ت در سال ۱۹۳۹ کاربرد وسیعی در کشاورزی داشتند، اما پس از آن، مصرف آنها محدودتر شد و امروزه نیز به جز تعداد کمی از آنها که مصارف خاص دارند، بقیه به طور کلی کنار گذاشته شده اند. ترکیبات معدنی دربرگیرنده اعم حشره کشهای نسل اول بودند. رایج ترین سموم معدنی که در دفع آفات کاربرد داشته اند عبارتند از:

الف_ گوگرد معدنی

گوگرد یکی از قدیمی ترین ترکیبات معدنی است که سابقه مصرف آن به هزار سال قبل از میلاد مسیح بر می گردد و از جمله موادی است که هنوز هم در امر مبارزه با آفات کاربرد دارد. گوگرد خالص به صورت پودر زرد رنگی است که در دمای ۱۱۴/۵ درجه ساتیگراد ذوب، بهترین دما برای تصعید گوگرد ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد می باشد و تصعید آن در دماهای پایین (۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد) به کندی صورت می گیرد. گاز متصاعد شده از گوگرد خاصیت حشره کشی، قارچکشی و کنه کشی دارد. مهمترین اشکال تجارتی گوگرد معدنی به صورتهای زیر می باشند:

۱- **گل گوگرد:** گل گوگرد مهمترین شکل گوگرد است که با تصعید گوگرد معدنی و سپس خنک کردن آن به دست آمده و در نهایت تبدیل به کریستالهای گوگرد می شود.

۲- **گوگرد آسیابی:** برای تهیه این فرمول، گوگرد معدنی را بدون تصفیه و خالص سازی آسیاب کرده و به صورت پودر نرمی در می آورند. این نوع گوگرد بیشتر به صورت گرد پاشی مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- **گوگرد قابل تعلیق در آب:** این شکل از گوگرد پودر بسیار نرمی است که با مواد خیس کننده و پخش کننده مخلوط شده است. از این فرمولاسیون به صورت محلول پاشی و بیشتر علیه سفیدکهای پودری مو استفاده می شود.

۴- **گوگرد کلوئیدی یا رسوبی:** قطر ذرات در این فرم بسیار ریز می باشد (کمتر از ۱۰ میکرون). در واقع این شکل نرم ترین نوع گوگرد است که در هنگام مخلوط شدن با آب سوسپانسیون نسبتاً پایداری ایجاد می کند و لذا می توان به صورت محلول پاشی نیز از آن استفاده نمود.

۵- **مخلوط پلی سولفور یا کالیفرنی:** این فرآورده ترکیبی از سولفورهای کلسیم (CaS, CaS_2, CaS_3) می باشد که بسته به نسبت اختلاط گوگرد و کلسیم و نیز نحوه تهیه غلظتهای متفاوتی دارد. این ترکیب به صورت خشک به نام پلی سولفور خشک عرضه می شود. مخلوط کالیفرنی برای اولین بار توسط گریسون در سال ۱۸۵۲ علیه سفیدکهای سطحی توصیه گردید. این ترکیب در دفع آفات علیه تعداد زیادی از حشرات، خصوصاً شپشکها و نیز کنه های نباتی (کلیه مراحل

رشد و نمو) به کار می رود، اما در مبارزه با بیماریهای گیاهی خصوصاً سفیدکهای پودری در روی درختان میوه نیز مصرف زیادی داشته است. در حال حاضر مصرف این ترکیب محدود شده، اما در صورتی که نیاز به مبارزه توأم با چند آفت و بیماری باشد و بیش از هر زمان دیگر در زمستان یا اوایل بهار قبل از باز شدن جوانه ها، می توان از آن استفاده نمود.

گوگرد تجارتی در فرمولاسیونهای مختلف و با اسامی تجارتی گوناگون مانند Kumulus®، Kusan®، Colofog®، Thiowet®، Sufril® و Flotox® و غیره عرضه شده است. این سم به صورت غیرانتخابی عمل می کند و زمانی که از آنها علیه کنه ها استفاده می شود، سبب از بین رفتن کنه های شکارگر و مفید و در نتیجه طغیان کنه های نباتی می شوند. به همین لحاظ استفاده از آن به هنگام مبارزه با آفات و خصوصاً کنه ها باید همراه با دقت های اکولوژیک صورت گیرد.

حشره کشهای معدنی تقریباً غیر انتخابی بوده و برای حشرات چندان سمی نیستند. به علاوه، برای کنترل آفات مزرعه مقدار زیادی از آنها مورد نیاز است و به خاطر همین محدودیتها، این سموم به تدریج توسط سموم آلی مصنوعی جایگزین شده اند.

ب- ترکیبات آرسنیکی

قابلیت حشره کشی این ترکیبات ارتباط مستقیمی با درصد آرسنیک فلزی دارد، اما، چنانچه نسبت آرسنیک محلول در آب زیاد باشد، در گیاهان شدیداً گیاه سوزی ایجاد می شود و از این جهت در فرمولاسیون این سموم میزان آرسنیک محلول در آب کم می باشد. از این سموم دو نوع ترکیب آرسنات سرب و آرسنات کلسیم از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. تمام ترکیبات آرسنیکی جزء سموم گوارشی هستند. بقایای قابل حل این سموم در لایه های فوقانی خاک و روی برگ گیاهان باقی می ماند.

به طور کلی ترکیبات آرسنیکی بر اساس محلولیت در آب به دو گروه املاح آرسنیکی محلول در آب و نامحلول در آب تقسیم می شوند.

املاح آرسنیکی محلول در آب

۱- آرسنیک سفید (As_2O_3)

این ماده در گذشته برای مبارزه با ملخها و سایر حشرات، با قطعات دهانی جونده به صورت طعمه مسموم به کار رفته است.

۲- پنتا اکسید آرسنیک (As_2O_5)

این ماده از اختلاط انیدرید آرسنیوم با اسید نیتریک به دست می آید و مقدار آرسنیک آن ۶۵ درصد است.

۳- آرسنیات سدیم (Na_3AsO_4)

این ترکیب از اختلاط آرسنیک سفید با کربنات سدیم در مجاورت اسید نیتریک تولید می شود و دارای حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد آرسنیک است.

۴- آرسنیت سدیم ($NaAsO_2$)

این ماده از ترکیب آرسنیک سفید با کربنات باریم به دست می آید و بیشتر از سایر ترکیبات آرسنیکی خاصیت گیاه سوزی دارد. میزان آرسنیک آن ۴۴-۴۷ درصد می باشد. استفاده از این ماده نیز به سبب دوام آن در طبیعت مشکلاتی را به وجود می آورد.

املاح آرسنیکی غیر محلول در آب

۱- سبز پاریس [$(CH_3COO)_2, Cu(Aso_2)_2$]

این ماده مهمترین ترکیب از این گروه بوده و در قسمتی از مولکول خود دارای ساختار آلی می باشد. سبز پاریس از اختلاط آرسنیت سدیم، سولفات مس و استیک اسید به دست می آید و مقدار آرسنیک آن حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد است. به میزان ۲ تا ۳ درصد در آب حل می شود، اما همین مقدار اندک نیز می تواند باعث گیاهسوزی گردد؛ لذا برای جلوگیری از ایجاد این حالت به نسبت ۳ تا ۴ در هزار به آن آهک اضافه می شود. این ترکیب بیشترین تأثیر را بر لارو سخت بالپوشان و بالپولکداران دارد.

۲- آرسنات کلسیم

فرآورده تجاری آن کلیماگ نامیده می شود که دارای ۲۵ درصد آرسنیک می باشد. در این سم نیز ۳۷٪ آرسنیک وجود دارد. آرسنات کلسیم در آب به میزان ۰/٤-۰/٥ درصد قابل حل است و نسبت به آرسنات سرب گیاه سوزی بیشتری ایجاد می کند. این سم به صورت گرد ۲۵ درصد، طعمه مسموم ۱۵ درصد و پودر وتابل ۷۰ درصد فرموله شده و برای کنترل آفات پنبه و آفات برگخوار باغها توصیه و مصرف شده است. LD_{50} آن ۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

۳- آرسنات سرب

این سم که گاهی اوقات اسید آرسنات سدیم نیز نامیده می شود، دارای ۲۰ درصد آرسنیک می باشد. میزان آرسنیک محلول در آب ۰/۲۵ درصد است و حل کردن این سموم در آبهای قلیایی سبب مسمومیت گیاهان می شود. آرسنات سرب قلیایی محتوی $Pb4(PbPH)(AsO4)3$ و گاهی $Pb_5(PbOH)_2(AsO_4)_2$ می باشد. فرآورده های تجاری آن دارای ١٤ درصد آرسنیک هستند. بنابراین ماده فعال آن کمتر از آرسنات سرب می باشد. اگرچه بکار گیری آرسنات سرب قلیایی بر روی گیاهان خطر کمتری دارد، اما به طور کلی آرسنات سرب و آرسنات سرب قلیایی از جمله

سموم آرسنیکی هستند که گیاه سوزی کمتری دارند. آرسنات سرب دارای قدرت حشره کشی بیشتری بوده و در نتیجه، این سم به میزان ۱/۵-۳ کیلوگرم در هر ایکر برای کنترل آفات برگخوار توصیه شده و عمومی ترین فرمولاسیون آن گرد است که دارای ۳۲٪ آرسنیک می باشد. LD_{50} آن ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

۴- آرسنیت سدیم ($NaAsO_2$)

آرسنیت سدیم نسبت به ترکیبات فوق گیاهسوزی بیشتری ایجاد می نماید و به همین دلیل از آن برای سمپاشی روی شاخ و برگ گیاهان استفاده نمی شود. این ترکیب خاصیت حشره کشی شدیدی دارد. LD_{50} آن ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. از این سم برای کنترل کنه های دامی، ککها، شپشها، مورچه ها و همچنین به صورت طعمه برای کنترل آفات برگخوار استفاده می گردد، اما به جهت مسائل ناشی از باقی مانده آن در محیط زیست مشکلاتی را ایجاد می نماید.

ج- ترکیبات فلوئور

از این ترکیبات، فلوئورید سدیم، فلوئور آلومینات سدیم، فلوئور و سیلیکات سدیم به عنوان حشره کش مصرف داشته اند. به طور کلی میزان سمیت این ترکیبات با میزان فلوئور موجود در ترکیب بستگی دارد و علاوه بر این، میزان گیاهسوزی آنها با افزایش میزان فلوئور قابل حل در آب افزایش می یابد. ترکیبات فلوئوره جزء سموم گوارشی هستند.

۱- فلوئورید سدیم (NaF)

فلوئورید سدیم به عنوان یک حشره کش گوارشی از سال ۱۸۹٦ مورد استفاده قرار گرفته است. این ترکیب محتوی ٤٢/٢ فلوئورین بوده و به میزان ٤/٣ درصد قابل حل در آب می باشد. LD_{50} آن ۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. این ترکیب به صورت پودر ۲۵-۹۵ درصد و طعمه مسموم فرموله شده، برای کنترل سوسری ها، دم موئی نقره ای، کنه های دامی و شپشها مورد استفاده قرار می گیرد، ولی به دلیل دارا بودن خاصیت گیاه سوزی در کشاورزی مصرف ندارد.

۲- فلوئورو آلومینات سدیم یا کریولیت (Na_3AlF_6)

کریولیت در طبیعت یافت می شود و علاوه بر این، به طور مصنوعی نیز سنتز شده است. این سم برای جانوران غیر سمی می باشد. دارای ٥٤ درصد فلوئورین بوده و میزان حلالیت آن در آب ۰/۰٦ درصد است، بدین لحاظ گیاه سوزی ایجاد نمی کند؛ اگرچه در آب و هوای مرطوب مقداری گیاهسوزی در روی گیاه ذرت گزارش شده است. این ترکیب در محیطهای اسیدی و قلیایی رقیق قابل حل بوده، اما قابل اختلاط با سایر سموم نمی باشد. کریولیت حشره کشی بی خطر با باقیمانده اندک است و برای کنترل آفات سبزیجات نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- فلوئورو سیلیکات سدیم (Na_2SiF_6)

فلوئوروسیلیکات محتوی بیش از ٦٠ درصد فلوئورین است. به میزان ٠/٦٥ درصد در آب حل می شود و به دلیل ایجاد گیاه سوزی شدید در روی گیاهان به کار نمی رود.

۴- فلوئوروسیلیکات باریوم ($BaSiF_6$)

میزان فلوئور در این ترکیب ۴۹ درصد بوده و به میزان ٠/٨ درصد در آب حل می شود. سمی نسبتاً کم دوام بوده و در برابر نور آفتاب تجزیه می گردد. در منازل و انبارها جهت مبارزه با آفات همراه با پودر تالک به طور محدود مصرف می شود.

سمیت و نحوه اثر سموم معدنی روی موجودات زنده

ترکیبات معدنی به صورت گوارشی عمل می نمایند و از طریق پوستی کمتر مؤثر هستند. این ترکیبات بعد از ورود به دستگاه گوارش به لایه پوششی آن آسیب می رسانند. بعد از جذب نیز روی سلولهای ماهیچه ای اثر گذاشته و در جریان تقسیمات سلولی اختلال ایجاد می کنند. ترکیبات آرسنیکی واکنش فسفریلاسیون اکسیداتیو را در چرخه تولید انرژی مهار نموده و لذا با کاهش سطح انرژی در بدن باعث بروز عوارض متعددی می شوند. اثر ترکیبات آرسنیکی احتمالاً به دلیل تولید یون آرسنیک قابل حل در آب می باشد. سبز پاریس و آرسنیت سدیم یون آرسنیت تولید می کنند، در حالیکه آرسنات کلسیم یون آرسنات آزاد می کند؛ اما در هر حال، هر دو این یونها با ممانعت از تنفس باعث مرگ حشرات می شوند. یون آرسنات با تقلید از یون فسفات در واکنش فسفریلاسیون اکسیداتیو شرکت نموده و در ساختمان ترکیبات پرانرژی بدن نظیر ATP وارد می شود که در این حالت ترکیبات تولید شده بسیار کم دوام بوده و سریعاً تجزیه می شوند. یون آرسنیت با ممانعت از عمل اسید پیروویک بر سیستم آلفاکتوگلوتارات دهیدروژناز تأثیر گذاشته و احتمالاً در اکسیداسیون Oxo-acid ها دخالت می کند. همچنین این ترکیبات باعث رسوب دادن آنزیمهای دارای گروه سولفیدریل (SH-) می شوند. ترکیبات فلوئوره معدنی با ممانعت از عمل تعداد زیادی از آنزیمهای محتوی فلزاتی نظیر منیزیم ایجاد مسمومیت می کنند. به طور مثال فلوئورید سدیم قادر است از عمل آنزیمهایی مهمی نظیر Succinate dehydrogenase، Enolase، Phosphoglutamase، Peroxydase، Cytochromoxydase و Catalas ممانعت به عمل آورد.

علایم مسمومیت با سموم آرسنیکی عبارت است از فشردگی سینه و تند شدن تنفس، کاهش فشار خون، رنگ پریدگی و کاهش دمای بدن. به علاوه فرد مسموم، دچار استفراغ و اسهال شده و احساس تشنگی شدیدی می کند. در مسمومیت با سموم فلوئوره بدن دچار لرزش شدید شده و ضربان قلب افزایش می یابد، اما دمای بدن پایین می آید. برای درمان مسمومیت گوارشی ناشی از

این سموم، مهمترین کار شستشوی معده با استفاده از مواد قی آور است. ترکیبات معدنی معمولاً دوام و پایداری زیادی برخوردار هستند و به همین دلیل ممکن است با کاربرد آنها روی محصولات کشاورزی، در مصرف کننده ایجاد مسمومیت کنند. همچنین تجمع این مواد در لایه های سطحی و فعال خاک که ناشی از عدم تجزیه آنهاست باعث بروز اختلال در چرخه های زیستی می شود. نکته مهم در مورد این ترکیبات این است که به سبب داشتن سمیت اولیه نسبتاً پایین در مقایسه با ترکیبات آلی جدید، بروز مقاومت نسبت به آنها در حشرات کمتر است (البته این موضوع قطعاً دلایل دیگری نیز دارد). با این حال، به دلیل سمیت پایین، مقدار سم مصرفی در واحد سطح بسیار بیشتر از ترکیبات آلی جدید بوده و در نهایت اینکه امروزه دیگر از چنین ترکیباتی در کشاورزی مدرن استفاده نمی شود.

سمیت ترکیبات آفت کش معدنی از راه گوارشی برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است. LD_{50} آرسنیک سفید برابر ۵-۱۰ میلیگرم بر کیلوگرم و آرسنیت سدیم ۱۵ میلیگرم بر کیلوگرم از راه گوارشی برای موش صحرایی می باشد.

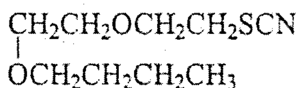
ترکیبات آلی

تیوسیاناتها (Thiocyanates)

تیوسیاناتها از معدود حشره کشهای نسل اول هستند که تا قبل از معرفی د.د.ت اهمیت داشتند، اما پس از آن توسعه چندانی نیافتند. این گروه از سموم دارای گروه SCN- در انتهای زنجیره آلکیل هستند و مشخص شده که هر چه طول زنجیره آلکیل (تا ۱۲ کربن) بیشتر شود فعالیت حشره کشی نیز افزایش می یابد. ترکیبات دارای زنجیره ۱۲ کربنه به سبب دارا بودن تعادل مناسب بین قابلیت انحلال در آب و چربی، قادرند به خوبی به کوتیکول حشرات نفوذ کنند. تیوسیاناتها اساساً برای مصارف بهداشتی و همچنین جهت مبارزه با حشرات خانگی خصوصاً مگسها فرموله شده و بکار می رفتند. به علت خاصیت گیاه سوزی امکان استفاده از این ترکیبات در روی گیاهان وجود ندارد و مصرف آنها محدود به ضدعفونی خاک و اماکن بوده است. ترکیبات دارای عوامل اتیل و متیل این گروه به عنوان سموم تدخینی مصرف می شوند. تعدادی از این ترکیبات عبارتند از:

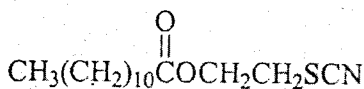
نام عمومی و شیمیایی: (2-buthylethoxy) ethyl thiocyanate

نام تجارتی: Lethan 384



این ترکیب مایعی روغنی شکل است که به صورت تماسی و گوارشی تأثیر می گذارد. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم زیاد بوده و LD_{50} حاد دهانی برای موش صحرایی ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد.

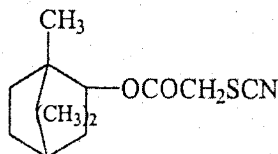
نام عمومی و شیمیایی: 2-thiocyano ethyl laurat



نام تجارتی: Lethan

این ترکیب به شکل مایع و نامحلول در آب است و زمینه کاربرد آن مانند ترکیب قبلی می باشد، اما سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم کمتر است. LD_{50} آن ۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم از طریق حاد دهانی برای موش صحرایی است.

نام عمومی و شیمیایی: Isopropyl thiocyanacetate



نام تجارتی: Thanit

خصوصیات این ترکیب نیز مانند موارد قبل بوده و روی مگسها بسیار مؤثر است.

نحوه اثر تیوسیاناتها

نحوه تأثیر این سموم تا حدی پیچیده است، اما ظاهراً به صورت داخل سلولی بر فعالیتهای متابولیکی تأثیر گذاشته و در زنجیره انتقال الکترون و سوخت و ساز مواد اختلال ایجاد می کنند. تیوسیاناتها با آزاد کردن یون سیانید CN^- در بدن حشرات باعث مرگ آنها می شوند، به طوری که یون CN^- با ممانعت از انتقال الکترون از آهن موجود در سیتوکروم aa_3 به اکسیژن مولکولی، در چرخه انتقال الکترون و تنفس سلولی اختلال ایجاد می کنند. اثر این ترکیبات نظیر گروه دیگری از سموم به نام پایرتروئیدها به صورت سریع بروز کرده و فلج شدن سریع حشرات را به دنبال دارد.

فصل چهارم

حشره کشهای گیاهی

حشره کشهای گیاهی

گیاهان یک دوره تکاملی طولانی مدت ٤٠٠ میلیون ساله را پشت سر گذاشته اند و در طی این مدت، در آنها مکانیسمهایی نظیر مواد دور کننده و مواد ثانویه که نقش دفاعی برای گیاه در مقابل حمله حشرات گیاهخوار دارند توسعه پیدا کرده اند. حتی برخی از آنها به دلیل داشتن خاصیت حشره کشی، از زمانهای قدیم به عنوان حشره کش برای کنترل آفات محصولات مختلف کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته اند.

از لحاظ تاریخی، سابقه مصرف سموم گیاهی از سایر گروه حشره کشهای رایج به استثناء گوگرد بیشتر است. عمده مصرف این ترکیبات در گذشته بوده و امروزه به جز تعداد کمی از آنها، بقیه کاربرد چندانی ندارند. این موضوع تا حد زیادی به عوامل اقتصادی بستگی دارد، زیرا برای تولید این مواد نسبت به ترکیبات جدید و رایج امروزی هزینه بیشتری لازم است.

امتیاز سموم حشره کش گیاهی نسبت به سموم دیگر، طبیعی بودن و سازگاری بیشتر آنها با محیط زیست و در نتیجه، اثرات سوء کمتر این مواد بر طبیعت می باشد. یکی دیگر از امتیازات این ترکیبات نسبت به حشره کشهای سنتتیک، احتمال کمتر بروز مقاومت حشرات نسبت به آنها است. دوام و پایداری کم نیز یکی از ویژگیهای عمده ای است که در اکثر ترکیبات این گروه دیده می شود.

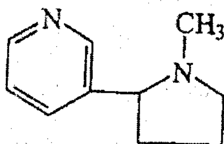
گیاهانی که حاوی ترکیباتی با خاصیت حشره کشی هستند، دارای آلکالوئیدها و گلیکوزئیدها می باشند. از مهمترین این ترکیبات به معرفی چند نمونه زیر اکتفا می شود:

۱- نیکوتین

نامهای تجارتی: Black leaf, Nico soap, No-fid

نام شیمیایی: (*S*)-3-(1-methylpyrrolidin-2-yl)pyridine

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{14}N_2$



نیکوتین آلکالوئیدی است که از توتون استخراج شده و قابلیت حشره کشی بسیار جالبی دارد. توتون یکی از اولین گیاهانی است که خاصیت حشره کشی آن شناخته شد، به همین دلیل، بشر از آن برای کنترل حشرات استفاده کرد، به طوری که اروپاییان در حدود ۱۶۹۰ میلادی از عصاره آن برای کنترل آفات مکنده بهره گیری نمودند. بعداً مشخص شد که ماده مؤثره آن آلکالوئیدی به نام نیکوتین می باشد که اولین بار در سال ۱۷۶۳ به عنوان حشره کش به کار رفته است. در سال ۱۸۲٤ آلکالوئید آن به صورت خالص استخراج گردید و در سال ۱۹۰٤ به طریق مصنوعی ساخته شد. نیکوتین چه به صورت خالص و چه به صورت سولفات به عنوان حشره کش تماسی و

گوارشی و گاهی تدخینی به کار می رود. این فرآورده تجاری دارای ٤٠ درصد ماده مؤثره نیکوتین است که با افزودن یک ماده قلیایی به این ترکیب، ماده سمی آن یعنی نیکوتین آزاد می شود. نیکوتین خالص مایعی بی رنگ و بی بو با نقطه جوش ۲/٤۷ درجه سانتیگراد است که در مجاورت هوا اکسیده شده و به رنگ قهوه ای و تیره با بوی نامطبوع تبدیل می شود. با آب در دمای پایینتر از ٦ درجه سانتیگراد قابل اختلاط است و در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. به طور کلی ترکیبات نیکوتینی حشره کشهایی کم دوام با خواص تماسی هستند. مشهورترین شکل فرمولاسیون نیکوتین، سولفات نیکوتین با نام تجارتی Black leaf 40 می باشد.

نیکوتین به میزان ۱ تا ۸ درصد در گیاه توتون وجود دارد و برای پستانداران به شدت سمی است و علیه حشرات به ویژه شته ها بسیار مؤثر می باشد.

در بین گونه های مختلف توتون دو گونه *Nicotina rostica* و *Nicotina tabacum* به مقدار کافی آلکالوئید نیکوتین دارند، به طوری که در برگهای *N. tabacum* ۲ تا ۵ درصد و در *N. rostica* ۵ تا ١٤ در صد نیکوتین وجود دارد. در گیاه توتون ۱۲ نوع آلکالوئید شناسایی شده که نیکوتین به تنهایی ۹۸ درصد آنها را تشکیل می دهد. آلکالوئیدهای آنابازین و نورنیکوتین از آلکالوئیدهای دیگر گیاه توتون هستند که دارای خاصیت حشره کشی می باشند.

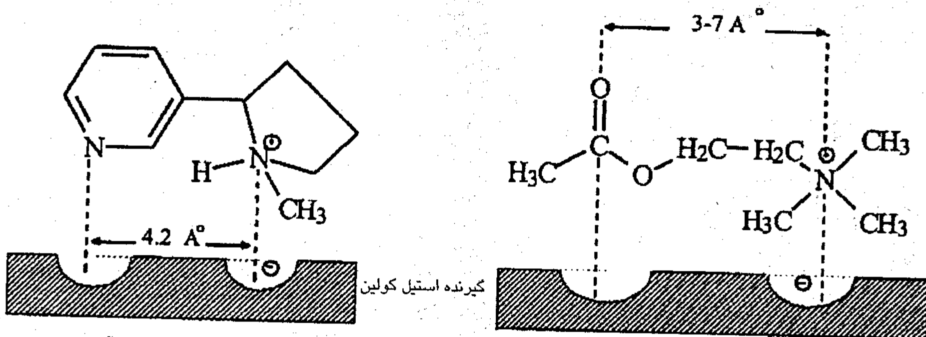
مقادیر LD_{50} نیکوتین برای تعدادی از جانوران به شرح زیر است:

برای زنبور عسل ۳۱۵، سوسری آمریکایی ٦٥٠، کرم ابریشم ٤٠، سگ و خوک ۵، خرگوش ۹ و LD_{50} آن از طریق گوارشی برای موش صحرایی ۵۰-۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

مقایسه LD_{50}های فوق نشان می دهد که نیکوتین برای مهره داران بسیار سمی تر است. زیرا می تواند اعمال استیل کولین را تقلید نماید، یعنی آن دسته از اثراتی که در اثر تزریق استیل کولین در بدن حاصل می شود به وسیله نیکوتین نیز ایجاد می گردد. نیکوتین در محل ارتباط عصب با ماهیچه اثر می گذارد و با قطع این ارتباط سبب فلج شدن ماهیچه می شود. نیکوتین و استیل کولین در مقدار کم باعث افزایش فعالیت و در مقدار زیاد باعث قطع فعالیت اعصاب و ماهیچه ها می گردند.

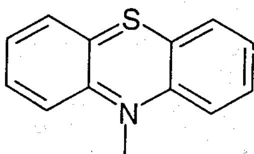
شباهت نیکوتین به استیل کولین ناشی از وضعیت فرمول ساختمانی آن و نیز فاصله دو اتم نیتروژن است، این فاصله در حدود ٤/٢ آنگسترم می باشد که تقریباً نزدیک به فاصله گروه های عمل کننده مولکول استیل کولین است و بر اساس این شباهت، نیکوتین گیرنده های استیل کولین را مورد حمله قرار می دهد. نیکوتین روی سیناپس گانگلیونی حشرات و سیناپس عصبی ماهیچه ای

پستانداران به صورت انتخابی عمل می کند و سایر گیرنده های شناخته شده استیل کولین را مورد حمله قرار نمی دهد.

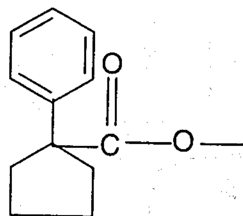


تأثیر شباهت در فاصله بین گروههای مؤثر در نیکوتین با استیل کولین که سبب قرار گرفتن آن در محل گیرنده های استیل کولین می شود.

مسمومیت ناشی از نیکوتین با استفاده از داروهای ضد تشنج نظیر دی پارکول و پان پارنیت درمان می شود.

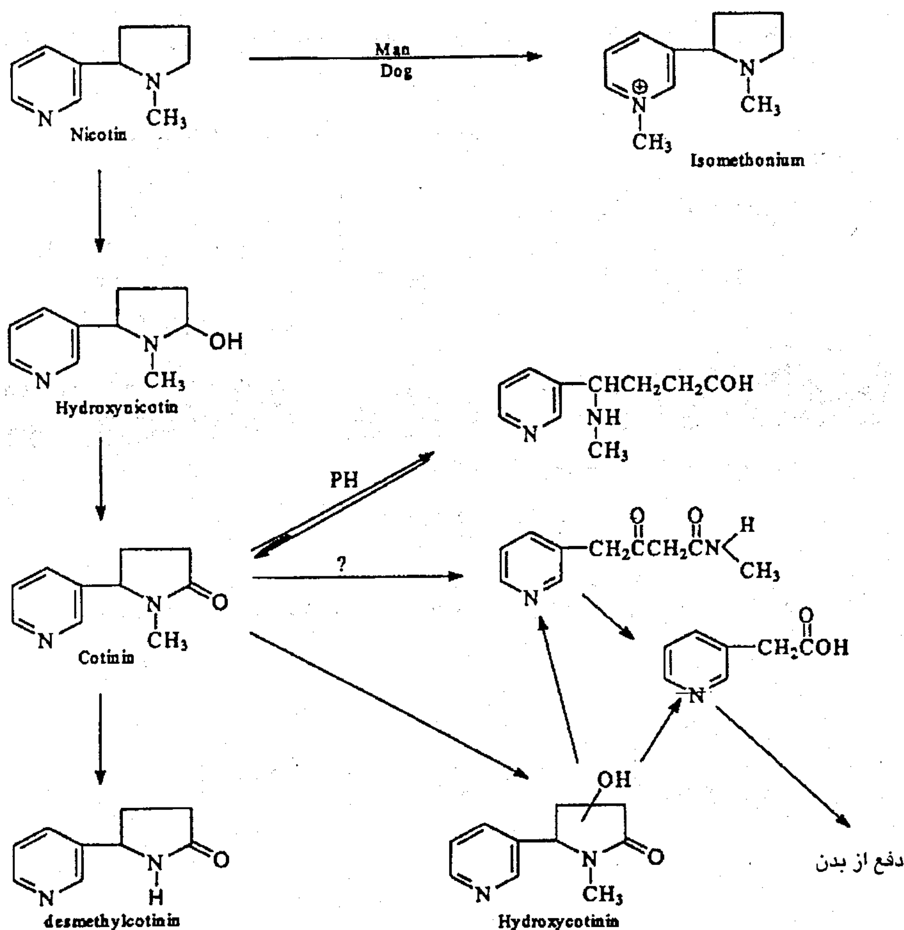


دی پارکول



پان پارنیت

در پستانداران، نیکوتین توسط میکروزومهای کبدی متابولیزه شده و از طریق ادرار دفع می شود. متابولیت اصلی آن در انسان و سگ، پیریدی لاکتیک اسید و در مرحله بعدی کوتینین می باشد ولی در حشرات کوتینین متابولیت اصلی بوده و یک ماده غیر سمی است.

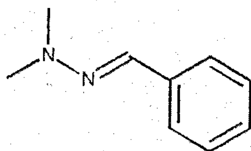


چگونگی متابولیسم نیکوتین در بدن موجودات زنده

در حشراتی نظیر ملخها، مگس خانگی و سوسک توتون، نیکوتین به مقدار زیاد متابولیزه می شود، ولی لارو حشرات دیگر نظیر لارو سوسکهای انباری خانواده Dermestidae نیکوتین را متابولیزه نمی کنند، بلکه آن را دفع می نمایند و در نتیجه به نیکوتین حساس نمی باشند. عدم حساسیت شته سبز هلو در موقع تغذیه از برگهای توتون به این دلیل است که آفت در موقع تغذیه از سلولهای مجاور آوندها تغذیه می نماید و از تغذیه مستقیم شیره آوندهای چوب و آبکش خودداری می کند. شته ها در تغذیه از غذای مصنوعی حاوی نیکوتین، سریعاً از بین می روند. این مطلب یکی از دلایل بارز سازگاری حشره در دوری جستن از یک ماده سمی است.

نیکوتین امروزه در بازار به فرم تجاری سولفات نیکوتین موجود است که از سولفات نیکوتین امولسیون روغنی تهیه شده و در مبارزه با شته ها از آن استفاده می کنند. نیکوتین سمیت بسیار زیادی برای انسان و دیگر پستانداران دارد. این ماده دارای اثر سمی خاصی بوده و به فاصله ۵ تا ۳۰ دقیقه سبب مرگ می شود. نیکوتین از روی زبان و داخل چشم به سرعت جذب می گردد، به علاوه، از راه معده و پوست نیز به آسانی جذب شده و موجب مسمومیت می شود؛ بنابراین در کاربرد آن باید نهایت دقت صورت گیرد.

نظر به اینکه اثر سمی این ماده پس از مدت کوتاهی در مجاورت هوا از بین می رود، لذا برای کنترل آفات سبزی و صیفی سم مناسبی است و می توان محصول را پس از مدت کوتاهی با اطمینان مصرف نمود. سایر ترکیبات مشابه نیکوتین به قرار زیر می باشند:



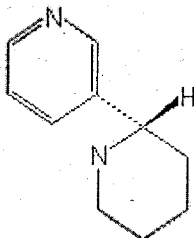
- نورنیکوتین (nornicotin)

نام شیمیایی: 2-(3’-pyridyl)pyrolidin

فرمول مولکولی: C9H12N2

فرم L نور نیکوتین حدود ۹۵ درصد آلکالوئیدهای موجود در گونه ای از تنباکو به نام *Nicotina sylvestris* را شامل شده و فرمهای d و dL در گونه گیاهی به نام *Dubosia hopwodii* که در استرالیا رشد و نمو می کند به مقادیر متفاوت وجود دارند.

فرم خالص این ماده، مایعی بی رنگ، با نقطه جوش ۲۷۰ تا ۲۷۱ درجه سانتیگراد است که نسبت به نیکوتین پایداری بیشتری در محیط دارد و وقتی در معرض هوا قرار می گیرد رنگ و بوی نامطلوبی به خود نمی گیرد. خاصیت تدخینی آن کمتر از نیکوتین بوده و سمیت آن برای تعداد زیادی از حشرات بیشتر از نیکوتین است، ولی برای پستانداران مشابه نیکوتین عمل می نماید.



- آنابازین (anabasin)

نام شیمیایی: 1-2-(3’-pyridyl)pyperidin

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{14}N_2$

آنابازین از شاخه های جوان گیاهی به نام *Anabasis aphylla* که در نواحی مرکزی آسیا و شمال آفریقا می روید، استخراج می شود. سولفات آنابازین به عنوان حشره کش در روسیه مورد استفاده قرار می گیرد. آنابازین مایعی است بی رنگ که سریعاً در مجاورت هوا به رنگ تیره در

می آید. نقطه ذوب آن ۲۸۰/۹ درجه سانتیگراد می باشد. به علاوه، در آب و حلالهای آلی قابل حل بوده و همانند نیکوتین و نور نیکوتین دارای خاصیت قلیایی است. جرم مولکولی آن ۱۶۲/۲۳۴ می باشد.

۲- پیرترین (pyrethrin)

نام تجاری: Pyrethrum و Alfadex

دومین گروه از حشره کشهای گیاهی پیرترین هستند که حداقل دارای شش ترکیب حشره کش می باشند. این ترکیب را می توان به نسبت ۱ تا ۲ درصد در گلهای خشک شده گیاهان خانواده مرکبان و از گونه های جنس *Chrysanthemum* نظیر *Ch. coccineum* و *Ch. cineraraefolium* به دست آورد که گونه دوم دارای بیشترین مقدار پیرترین می باشد. گیاهان دیگری نظیر *Chryanthemum roseum* و *C.carneum* نیز از این جنس وجود دارند که دارای مقدار کمی پیرترین می باشند.

طبق گزارش مرکز تجارت جهانی در سال ۱۹۷٦ مبداء این گیاه ایران بوده و از این ناحیه به قفقاز و سپس یوگسلاوی برده شده است. بین دو جنگ جهانی اول و دوم، ژاپن تولید کننده اصلی این گیاه بوده، ولی امروزه کشورهایی نظیر کنیا، تانزانیا، روآندا، فیلیپین و برزیل از تولید کنندگان عمده آن می باشند. به طور متوسط نژادهای اصلاح شده ژاپنی حدود ۱ تا ۳ درصد ماده مؤثره دارند. از پودر گلهای گیاه پیرتر از سال ۱۸۰۰ به بعد به عنوان حشره کش استفاده شده و در سال ۱۸۵۱ در تمام دنیا مصرف آن متداول شده است. پیرترین برای انسان تقریباً غیر سمی، ولی برای حشرات فوق العاده سمی می باشد.

پیرتر در کوه های شمال ایران تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح دریا و همچنین کوههای ارمنستان و قفقاز به صورت خودرو رشد می کند. *C. roseum* را در ارمنستان، گل کک می نامند ولی تاریخ دقیق کاربرد آن به صورت حشره کش مشخص نمی باشد.

در اوایل قرن ۱۹ یک تاجر ارمنی در مسافرت به قفقاز متوجه شد که در این ناحیه از گرد پیرتر به عنوان حشره کش استفاده می شود و این گرد از گل نوعی گیاه به نام پیرتر به دست می آید. بعدها فرزند این تاجر آن را به فرم تجاری در آورد و در سال ۱۸۲۸ به اروپا برد.

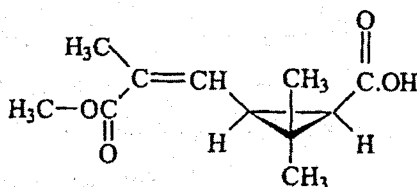
گرچه این گیاه به طور خودرو در ایران می روید، ولی در منابع علمی از آن سخنی به میان نیامده است. در منطقه چالوس در قسمت پایین پل زنگوله به صورت طبیعی یافت می شود. در سال ۱۳۲٤ این گیاه در زمینی به مساحت ۲۰ هکتار در کرج کشت گردید و ۸۷۰٤ کیلوگرم گل خشک از آن به دست آمد. در سال ۱۳۲۵ محصول تولیدی نیز حدود ۳۰۰۰۰ کیلوگرم بود.

ماده مؤثر پیرترم مخلوطی از استرها است که فوجی تانی آن را پیرترون نام نهاد.

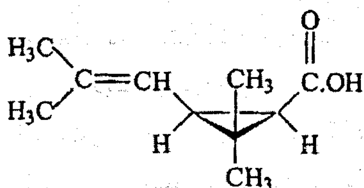
امروزه ماده مؤثره آن را می توان به وسیله حلالهایی نظیر نفت سفید، اتیلن دی کلراید، اسید استیک خالص، الکل و استون استخراج کرد. مواد استخراج شده را می توان به وسیله تقطیر تغلیظ نمود. شش ماده مؤثره جدا شده همه مایع بوده و دارای نقطه ذوب بالا و به نامهای پیرترین I، پیرترین II سینرین های I و II و جاسمولین های I و II می باشند. جاسمولین ها شبیه پیرترین ها هستند با این تفاوت که در انتهای طرف زنجیر غیر اشباع روی کربن پنجم ($-CH=CH_2$) حلقه اشباع ($-CH_2-CH_3$) وجود دارد.

ترکیبات فوق به صورت استرهای پیچیده بوده و از ترکیب سه الکل و دو اسید به دست می آیند.

در ترکیباتی که با عدد یک مشخص می شوند دارای Chrysanthemic acid و در بقیه ترکیبات که با عدد ۲ مشخص شده اند دارای اسید پیرترولیک می باشد.

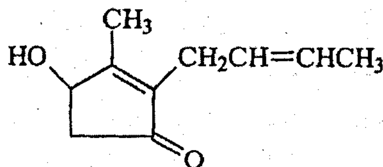


Acid 2
(Pyrethrolic acid)

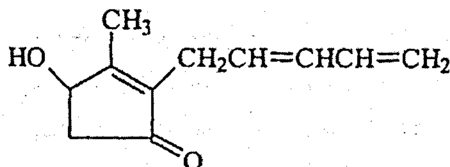


Acid 1
(Chrysanthemic acid)

ترکیبات الکل آنها را به ترتیب پیرترولون، سینرولون و جاسمولون می گویند. وجود هر الکل نماینده استر آن می باشد.



سینرولون



پیرترولون

از نظر خاصیت حشره کشی برای مگس خانگی، اگر سمیت پیرترین I را ۱۰۰ فرض کنیم سمیت چهار استر موجود در گل پیرتر نسبت به این حشره به ترتیب زیر است:

پیرترین یک	۱۰۰
پیرترین دو	۲۳

سینرین یک ۷۱

سینرین دو ۱۸

هیچیک از اسیدها و یا الکلها به تنهایی خاصیت حشره کشی ندارند.

اسید / الکل	Pyrethric	Chrysanthemic
پیرترولون	پیرترین دو (۳۲٪)	پیرترین یک (۳۵٪)
سینرولون	سینرین دو (۱۴٪)	سینرین یک (۱۰٪)
جاسمولون	جاسمولین دو (۴٪)	جاسمولین یک (۵٪)

این ترکیبات در مجاورت نور و رطوبت بسیار بی ثبات هستند و اگر به شکل پودر نگهداری شوند قدرت حشره کشی آنها کاهش می یابد، اما چنانچه گلهای پیرتر کوبیده نشده در داخل قوطیهای در بسته نگهداری شوند، قدرت حشره کشی آنها تا حدودی حفظ می شود. این ترکیبات در آب نامحلول بوده ولی در حلالهای آلی روغنی به خوبی حل می شوند. به علاوه، در آب هیدرولیز شده و در مجاورت هوا اکسیده می گردند. از نظر ثبات شیمیایی سینرین ها از پیرترینها با ثبات تر هستند. قدرت حشره کشی سینرین I و پیرترین I بیشتر از پیرترین II و سینرین II می باشد. در فرمول همه پیرترینها هسته مرکزی از مشتقات اسید کربوکسیلیک به نام پروپان کربوکسیلات است و در تعدادی از پیرترینهای سنتز شده نیز می توان این حلقه را مشاهده نمود.

پیرترین حشره کشی غیر سیستمیک و تماسی با اثر ضربتی بوده و از نظر گوارشی تقریباً بی اثر است، زیرا به سرعت به مواد غیر سمی تجزیه می شود. این ماده در نهایت سبب فلج شدن سیستم مرکزی اعصاب می گردد. عمده مصرف آن به صورت حشره کشهای خانگی است که به صورت محلول پاشی یا آئروسول یا نوارهای مگس کش و سایر فرمها مصرف می شود. در مجاورت نور و هوا ۷۰ درصد خاصیت سمی خود را در ۵ ساعت پس از سمپاشی از دست می دهد. خاصیت فلج کنندگی سریع در پیرترین ها که به Knockdown موسوم است در حشره کشهای جدید به مراتب کمتر است و به همین جهت نیز با وجود عرضه تعداد زیادی از حشره کشهای مصنوعی آلی، هنوز هم پیرترین ها در تهیه محلولهای حشره کش خانگی به کار رفته و جزء ایمن ترین سموم به شمار می روند. این سم پادزهر خاصی ندارد. LD_{50} آن برای موش صحرایی ۱۰۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم، برای پرندگان ۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای ماهیها ۰/۰۰۵-۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر می باشد.

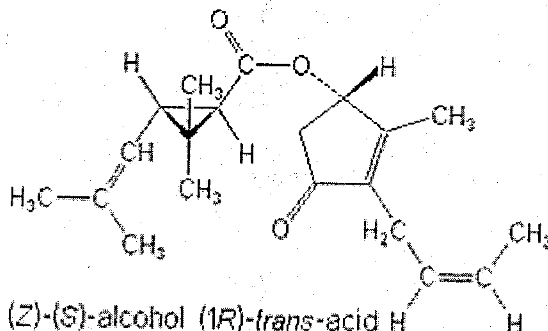
۲-۱- سینرین I

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{28}O_3$

نام شیمیایی:

(*Z*)-(*S*)-3-(but-2-enyl)-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1*R*,3*R*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

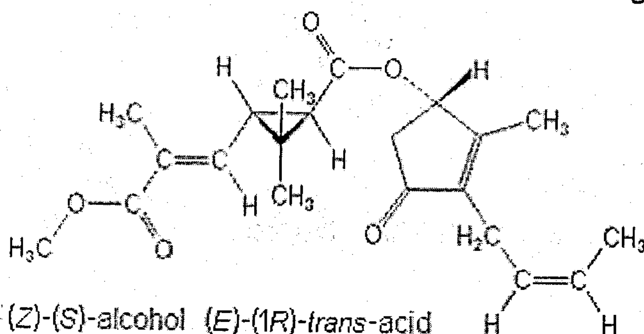


۲-۲- سینرین II

نام شیمیایی:

(*Z*)-(*S*)-3-(but-2-enyl)-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (*E*)-(1*R*,3*R*)-3-(2-methoxycarbonylprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



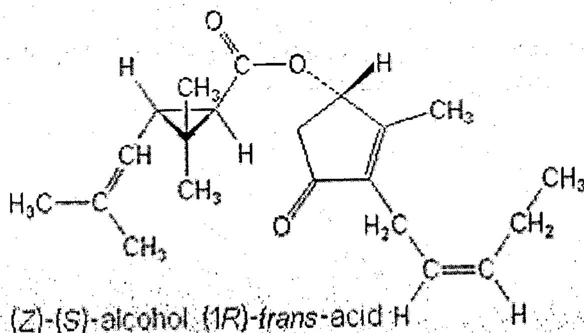
۲-۳- جاسمولین I

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{30}O_3$

نام شیمیایی:

(Z)-(S)-2-methyl-4-oxo-3-(pent-2-enyl)cyclopent-2-enyl (1*R*,3*R*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



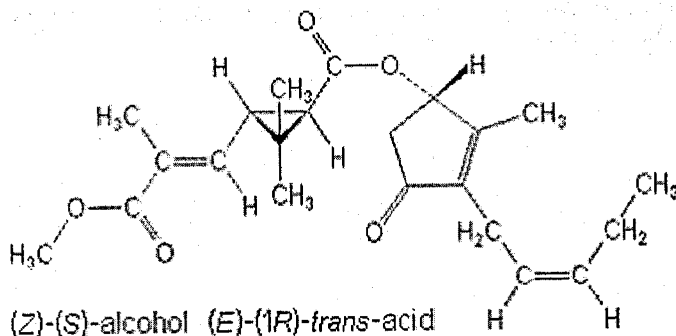
(Z)-(S)-alcohol (1*R*)-*trans*-acid

۲-۴- جاسمولین II

نام شیمیایی:

(Z)-(S)-2-methyl-4-oxo-3-(pent-2-enyl)cyclopent-2-enyl (*E*)-(1*R*,3*R*)-3-(2-methoxycarbonylprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



(Z)-(S)-alcohol (*E*)-(1*R*)-*trans*-acid

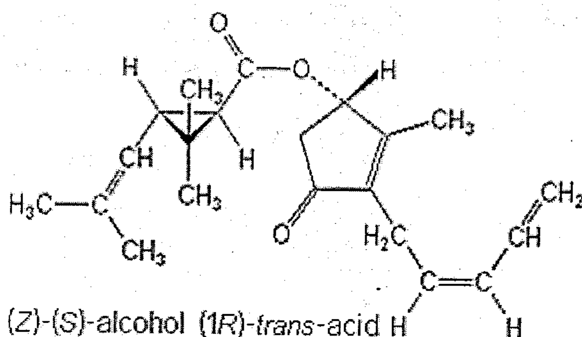
۲-۵- پیرترین I

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{28}O_3$

نام شیمیایی:

(Z)-(S)-2-methyl-4-oxo-3-(penta-2,4-dienyl)cyclopent-2-enyl (1*R*,3*R*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

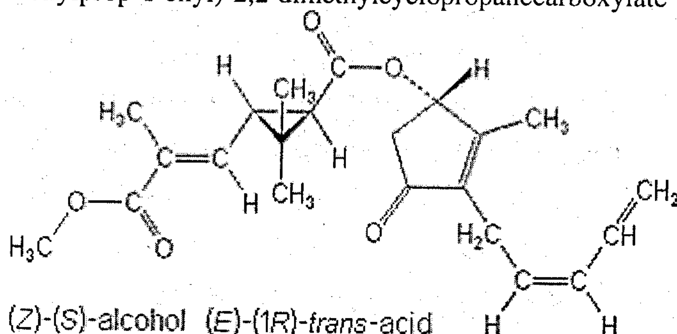


۲-۶- پیرترین II

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{28}O_5$

نام شیمیایی:

(*Z*)-(*S*)-2-methyl-4-oxo-3-(penta-2,4-dienyl)cyclopent-2-enyl (*E*)-(1*R*,3*R*)-3-(2-methoxycarbonylprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate



۳- روتنون (rotenon)

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{22}O_6$

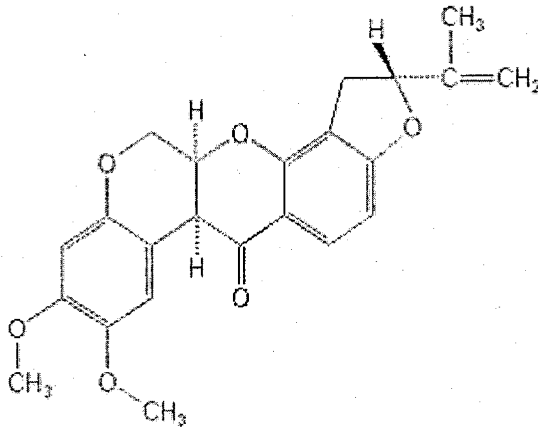
نامهای تجارتی: Barbasco ،Derris ،Timio

نام شیمیایی:

(2*R*,6a*S*,12a*S*)-1,2,6,6a,12,12a-hexahydro-2-isopropenyl-8,9-dimethoxychromeno[3,4-*b*]furo[2,3-*h*]chromen-6-one

روتنون آلکالوئیدی است که در ریشه برخی از گیاهان خانواده بقولات یافت می شود. از این گیاهان می توان *Deris elliptica* و *D. malacensis* در هندوستان و *Lonchocarpas utilis* و *L. uruca* در آمریکای جنوبی را نام برد که در بین این گیاهان جنس *Deris* سمیت بیشتری برای

ماهیها و حشرات دارد. ریشه این گیاهان که بین ۰/۲ تا ۰/۱۵ درصد روتنون دارد از سال ۱۸۴۷ برای مبارزه با حشرات برگخوار مورد استفاده قرار گرفته است.



قبل از اینکه خواص حشره کشی این گیاه مشخص شود ماهیگیران مناطق حاره عصاره ریشه این گیاهان را برای صید به کار بردند. برای این منظور گیاهان مذکور را برای مدتی خیسانده و سپس آنها را می جوشانند و عصاره حاصله را در محیطهای بسته و راکد رودخانه ها می ریختند و بدین صورت سبب مسموم شدن ماهیها شده و سپس آنها را صید می کردند.

روتنون خالص به صورت بلورهای سفید مایل به زرد با نقطه ذوب ۱۶۳ درجه سانتیگراد است که در آب غیر محلول بوده و در مجاورت هوا، نور و گرما به سرعت خاصیت سمی خود را از دست می دهد و به رنگ قرمز در می آید. این حشره کش از طریق گوارشی و تماسی تأثیر می گذارد و از راه گوارش برای انسان و دام سمیت کمتری دارد. به علاوه، بر روی گیاهان هیچ گونه عوارضی ندارد، در حالی که روی حشرات بسیار سمی است. در ریشه ۶۳ گونه گیاهی روتنون و یا مواد شبیه روتنون وجود دارد که از این تعداد ۲۱ گونه از جنس *Tephrosia*، ۱۲ گونه از جنس *Lonchorpus* و ۳۰ گونه از جنس *Derris* می باشد. از نظر اقتصادی گونه های زیر دارای اهمیت هستند: *Deris elliptica* و *D. malaccensis* که در آسیای جنوبی (مالزی و اندونزی) یافت می شوند و *Lonchocarpus utilis*، *L. uruca* و *L. virginiana* که در آمریکای جنوبی، مرکزی و مکزیک رویش دارند. از ریشه و بذر این گیاهان چندین ترکیب شیمیایی نظیر تفروسین، الیپتون، دگولین و روتنون به دست می آید. این ترکیبات از نظر شیمیایی پیچیده بوده و تا حدودی شبیه هم هستند. ترکیبات فوق الذکر از لحاظ قدرت حشره کشی در مقایسه با روتنون به شرح زیر قرار می گیرند:

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	ضریب قدرت حشره کشی
۱	روتنون	$C_{23}H_{22}O_6$	۱۰۰
۲	دگولین	$C_{23}H_{22}O_6$	۵۰
۳	الیپتون	$C_{20}H_{16}O_6$	۲۰
۴	تفروسین	$C_{23}H_{22}O_7$	۱۰

روتنون با کلیه حشره کش های قلیایی ناسازگار بوده و بدین لحاظ باید از مخلوط کردن آن با مخلوط بردو و پلی سولفورها خودداری شود. همچنین روتنون نسبت به نور حساس می باشد. می توان ریشه گیاهان جنس *Deris* را در آفتاب خشک نموده و سپس به صورت پودر نرم در آورد که از این پودر ۳ تا ۵ درصد روتنون به دست می آید. از پودری که دارای ٤ تا ۵ درصد روتنون باشد می توان یک تا دو کیلو را با ٤٠٠ لیتر آب مخلوط کرده و در سمپاشی علیه آفات سبزیجات استفاده نمود. این ماده سمی روی حشرات مکنده و جونده به طریق تماسی بسیار مؤثر است و حداکثر تا ۷ روز خاصیت سمی خود را حفظ می کند. برای سهولت در استخراج می توان از حلالهای آلی نظیر کلروفرم، کلروبنزن، کلرواتیلن بنزن استفاده کرد. در سمپاشی باید روتنون ۰/۰۰۵ درصد تا ۰/۲۵ درصد روتنون خالص داشته باشد تا خاصیت ایده آل حشره کشی ایجاد نماید. LD_{50} حاد دهانی این سم برای موشها ۱۳۲-۱۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، برای خرگوش ۳۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای انسان ۰/۳-۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. روتنون برای زنبور عسل خطرناک نمی باشد.

روتنون از جمله سمومی است که علاوه بر تأثیر روی اعصاب یک مهار کننده قوی متابولیکی نیز می باشد، به طوری که سمیت آن از طریق مهار نمودن متابولیسم تنفسی بوده و در واقع با ایجاد اختلال در سیستم انتقال الکترون بین DPNH یا دی فسفر پیریدین نوکلئوتید و NADH یا سیتوکروم b، سبب قطع زنجیره تنفسی در سیتوکروم b می گردد. به طور کلی مسمومیت از روتنون فرآیندی بسیار بطئی است و علائم آن معمولاً پس از ٢٤ تا ٤٨ ساعت ظاهر می شود. علائم آن در ابتدا به صورت فلج شدن قطعات دهانی و دیگر اندامهای حرکتی ظاهر شده و سپس بیهوش شدن و مرگ تدریجی فرا می رسد. در بسیاری از موارد پس از قطع علائم حیاتی، قلب همچنان تا مدتی به کار خود ادامه می دهد.

روتنون در اثر متابولیسم و هیدروکسیله شدن به روتنون I و روتنون II تبدیل می شود. در کبد موشها و در بدن حشرات حلقه فوراداُن تحت تأثیر آنزیمها گسسته شده و در یک گروه متوکسی باقی می ماند. نوعی الکل از اکسیداسیون یک گروه کتیل از بقایای ایزوپروپنیل به دست

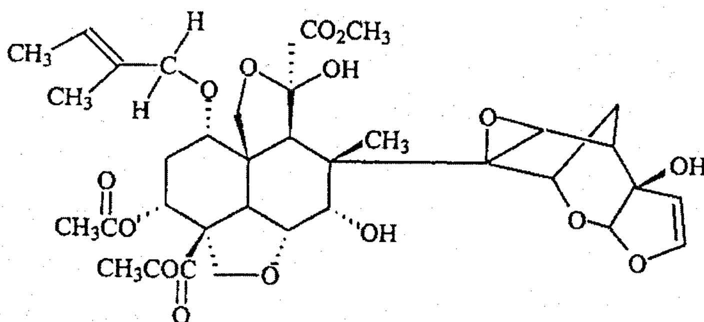
می آید که از متابولیتهای آن به شمار می آید. روتنون از گروه حشره کشهای عمومی بوده و موارد استفاده آن مانند نیکوتین می باشد، با این تفاوت که اثر آن روی شته ها کمتر از نیکوتین، ولی بر روی لارو پروانه ها و سخت بالپوشان بیشتر از نیکوتین می باشد. مسمومیت ناشی از روتنون، قطعی است و حشراتی که مسموم شده باشند دوباره زنده نمی شوند.

۴- آزادیراکتین (**azadirachtin**)

نام شیمیایی:

dimethyl (2a*R*,3*S*,4*S*,4a*R*,5*S*,7a*S*,8*S*,10*R*,10a*S*,10b*R*)-10-(acetyloxy)octahydro-3,5-dihydroxy-4-methyl-8-[[(2*E*)-2-methyl-1-oxo-2-butenyl]oxy]-4-[(1a*R*,2*S*,3a*S*,6a*S*,7*S*,7a*S*)-3a,6a,7,7a-tetrahydro-6a-hydroxy-7a-methyl-2,7-methanofuro[2,3-*b*]oxireno[*e*]oxepin-1a(2*H*)-yl]-1*H*,7*H*-naphtho[1,8-*bc*:4,4a-*c'*]difuran-5,10a(8*H*)-dicarboxylate

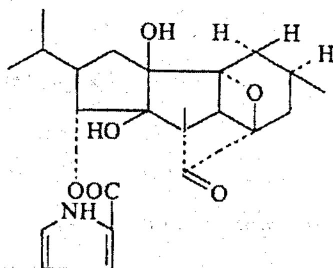
فرمول مولکولی: -$C_{33}H_{42}O_{13}$



آزادیراکتین یکی از مهمترین مواد ممانعت کننده از تغذیه می باشد. این آلکالوئید از برگ گیاه *Azadirachta indica* از خانواده Meliaceae که به Neem یا چریش معروف است استخراج می شود. موادی که از این گیاه بدست می آیند دارای خواص دور کنندگی و ضد تغذیه ای بوده و به طور تماسی نیز بر بسیاری از حشرات اثر کشندگی دارند. علاوه بر این، در پوست اندازی برخی حشرات نیز اختلال ایجاد می کنند. آزادیراکتین از گروه ترپنهای ۳۶ کربنه است که قادر به جلوگیری از فعالیتهای بیولوژیکی متفاوت بوده و از لحاظ ساختمانی به هورمون پوست اندازی (اکدایسون) شباهت دارد. این ماده قادر است با غلظت ۰/۱ پی پی ام، رشد حشره را متوقف نموده و به صورت یک ماده ممانعت کننده از تغذیه و یا عقیم کننده عمل کند. این ترکیب دارای ایزومرهای متعددی است که هر یک خواص ویژه ای دارند. سمیت این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است.

۵- ریانیا یا ریانودین (ryania or ryanodin)

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{35}NO_9$



ریانیا حشره کشی است که از گیاه *Ryania speciosa* از خانواده Flacourtiaceae استخراج می شود. فرآورده های ناخالصی از این ترکیب در سال ۱۹۲۸ توسط ناکاری[۱] و سانو[۲] به دست آمده است. به گفته آنها این ترکیب برای قورباغه، موش، سگ و گربه سمی است ولی بر روی ماهیها اثری ندارد. در سال ۱۹۴۸ ریانودین خالص توسط رادجرس[۳] و همکارانش جداسازی شد. این ترکیب در مبارزه با کرم سیب استفاده شده و از جمله ویژگیهای مهم آن عدم تأثیر سوء بر کنه های مفید می باشد. همچنین این ترکیب علاوه بر قابلیت حشره کشی، خاصیت دور کنندگی نیز دارد. تأثیر آن به طور مستقیم بر ماهیچه ها بوده و مانع از انقباض آنها می شود که احتمالاً این عمل را با مداخله در سنتز ATP انجام می دهد.

۶- سابادیلا (sabadilla)

دانه های گیاهی از خانواده سوسنیان به نام *Schoenocaulon officinale* در جنوب و مرکز آمریکا به عنوان منبع تجارتی یک حشره کش مطرح است. دانه های سابادیلا محتوی ۲-۴ درصد مخلوط خامی از آلکالوئید مشهور به نام وراترین است. این ماده سریعاً در معرض نور خورشید رو به زوال نهاده و با امنیت و بدون هیچ نوع مدت زمان انتظار (معین شده توسط EPA) بر روی محصولات غذایی قابل استفاده است. این ماده حداقل سمیت را برای حیوانات خونگرم داشته و ممکن است در انسان سبب سوزش چشم و عطسه های شدید گردند. LD_{50} آن از راه دهانی ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. از این ماده برای کنترل شپش انسان و حشرات آفت راسته ناجوربالان برای اکثر محصولات سبزی استفاده می شود.

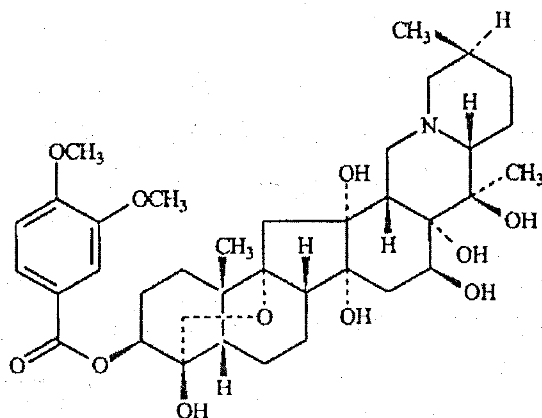
1- Nakari 2- Sano 3- Rodgers

۷- وراتریدین (veratridin)

نام تجارتی: Veratran D

فرمول مولکولی: $C_{32}H_{49}NO_9$

وراتریدین یکی از اعضای گروه آلکالوئیدهای ceveratrum موجود در گیاهان جنسهای *Sabadilla* و *Veretrum* است که امروزه استفاده تجارتی از آن محدود شده است. این ماده از گیاهی به نام *Schoenocaulon officinalis* از خانواده سوسنیان نیز استخراج می شود. آلکالویید ceveratrum بر کانالهای سدیم در سیستم عصبی تأثیر می گذارد و سمیت آن برای پستانداران زیاد است. استفاده از این ترکیب در آمریکا به سال ۱۵۰۰ میلادی بر می گردد و در فاصله سالهای آخر قرن نوزدهم تا نیمه اول قرن بیستم به طور وسیع در آمریکا و اروپا ساخته می شده است.



از دیگر سموم گیاهی که در کنترل آفات کاربرد دارد می توان به کاسیا[1] و لیمونن[2] اشاره نمود.

1- quassia 2- limonene

فصل پنجم

سموم شبه نیکوتینی

حشره کشهای شبه نیکوتینی

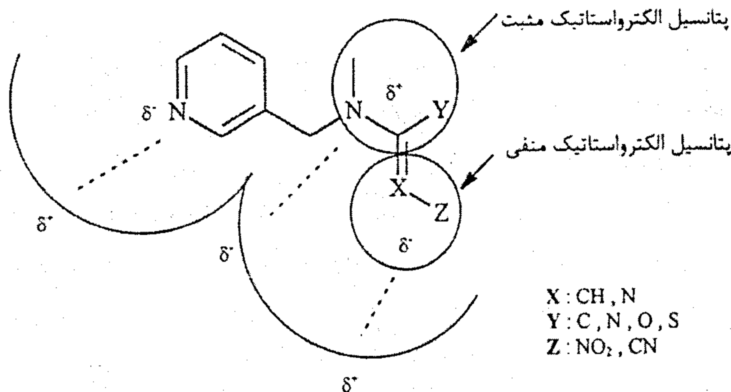
نئونیکوتینوئیدها (Neonicotinoids) گروهی از ترکیبات شیمیایی حشره کش هستند که به تازگی در قالب برنامه های مدیریت تلفیقی آفات معرفی شده اند. اولین ترکیبات متعلق به این گروه مشتقات هتروسیکلیک نیترومتیلن بوده که در سال ۱۹۷۹ مورد آزمایش قرار گرفتند. مهمترین آنها نیز 2-nitromethylen-1,3-thiazinane (Nithiazin) نام داشته که دارای خواص حشره کشی مناسب با سرعت عمل بالا و سمیت کم برای پستانداران بوده، ولی در برابر نور خورشید به سرعت تجزیه شده و از بین می روند. از آن پس با انجام مطالعات وسیع ترکیباتی با تأثیر مناسب و دوام کافی ساخته شد. ترکیبات نئونیکوتینوئیدی از لحاظ ساختاری و نحوه اثر شباهت زیادی به ترکیبات نیکوتینی نظیر نیکوتین، نور نیکوتین و آنابازین دارند. هر دو گروه این حشره کشها دارای یک بخش 3-pyridylmethylamin در ساختار شیمیایی خود هستند که وجود این گروه در ساختار این ترکیبات برای سمیت و خاصیت حشره کشی در آنها لازم است. نقطه اثر این ترکیبات مشابه نیکوتین است، اما بسیار قوی تر بوده و همچنین برای انسان خطر کمتری دارند.

نحوه اثر ترکیبات نئونیکوتینوئیدها

نئونیکوتینوئیدها نیز مانند نیکوتینوئیدها سیستم عصبی را مورد حمله قرار می دهند. گیرنده های نیکوتینیک استیل کولین (nicotinic Acetylcholin Receptor) یا nAChR در حشرات نقطه اثر ترکیبات نئونیکوتینویید نظیر ایمیداکلوپراید و مشتق غیر حلقوی آن استامی پراید سیناپسی در nAChR می شوند. تأثیرایمیداکلوپراید در سیستم عصبی حشرات به صورت مهار تقریباً کامل و غیرقابل برگشت در ناحیه پس سیناپسی درnAChR بروز می کند.

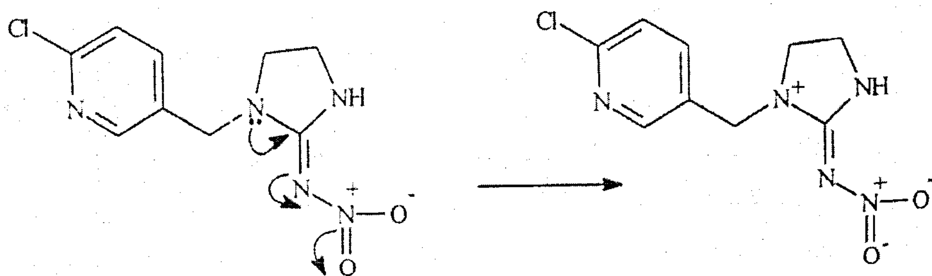
ناگاتا و همکاران نشان داد که نحوه تأثیر ایمیداکلوپراید برnAChR با نحوه اثر نوروتوکسین ها متفاوت می باشد، به طوری که ایمیداکلوپراید قادر است با باز کردن کانالهای یونی در گیرنده ها سبب ایجاد تحریک جزئی عصبی در این ناحیه شود، در صورتیکه نوروتوکسین ها نه تنها به این صورت عمل نمی کنند، بلکه باعث بسته شدن کانالهای یونی می شوند که توسط استیل کولین باز شده اند. همچنین بوکینگام و همکاران نشان دادند که ایمیداکلوپراید قادر است باعث ایجاد نوعی دپلاریزاسیون وابسته به دز در ناحیه پس سیناپسی در عصب آوران (afferent) پیام در سوسری آمریکایی شود و ویژگی اخیر احتمالاً در ایجاد خاصیت تحریک کنندگی عصبی این ترکیب نقش دارد.

سوکتا و ناکایاما مدلی را برای نشان دادن چگونگی تشخیص ترکیبات نئونیکوتینوئیدی در رویnAChR تهیه کرده اند که در این مدل ضرورت وجود برهم کنش الکترواستاتیکی برای تشخیص مولکول سم توسط گیرنده نشان داده شده است.



مدل فرضی چگونگی تشخیص ترکیبات نئونیکوتینویید در گیرنده های نیکوتینیک استیل کولین در سیستم عصبی

در ترکیبات نیکوتینی، اتم نیتروژن در قسمت آمینی یونیزه است در حالی که در نئونیکوتینوئیدها این اتم غیر یونیزه بوده، اما بار مثبت جزئی دارد. وجود بار مثبت کامل در این قسمت برای واکنش ترکیب با nAChR در سیستم عصبی مهره داران ضروری است (علت سمیت ترکیبات نیکوتینی برای مهره داران). در صورتیکه 3-pyridylmethylamine در نئونیکوتینیدها، وجود بار مثبت جزیی، تنها برای تأثیر سم روی nAChR در حشرات کفایت می کند.

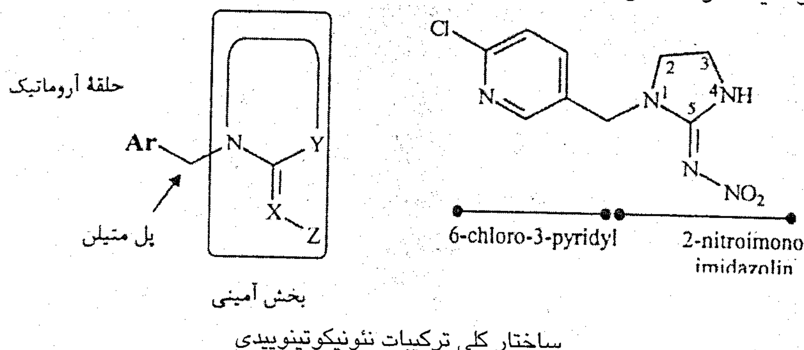


رزنانس الکترواستاتیک در ایمیداکلوپراید

ظاهراً خاصیت آبگریزی این ترکیبات برای نفوذ آنها به سیستم عصبی مرکزی حشرات اهمیت زیادی دارد. یونیزه بودن ترکیب خاصیت آبگریزی آن را کاهش داده و باعث تقلیل نفوذ آن به سیستم عصبی می شود؛ در نتیجه ترکیبات نیکوتینی یونیزه فعالیت حشره کشی کمتری نسبت به ترکیبات نیکوتینی جدید دارند. وجود یک اتم کلر در موقعیت ٦ روی گروه حلقوی پیریدیل در

ترکیبات نئونیکوتینوئید تجارتی، میل ترکیبی با nAChR و نیز خاصیت آبگریزی آنها را افزایش داده و به این صورت خاصیت حشره کشی آنها را نیز تشدید می کند.

مهمترین گروه از حشره کشهای نئونیکوتینوئید مشتقات کلرونیکوتینیل هستند. این ترکیبات دارای یک قسمت آمینی با خاصیت جذب الکترون می باشند که توسط یک پل متیلن (CH_2) به یک حلقه آروماتیک کلره متصل شده است.



ساختار کلی ترکیبات نئونیکوتینوییدی

سموم حشره کش شناخته شده ای نظیر Imidacloprid، Acetamipride و Nitenpyram به این گروه تعلق دارند. نئونیکوتینوئیدها دارای گروههای نیترومتیلن، نیتروایمین و یا سیانوایمین هستند. ایمیداکلوپراید ساختار نیتروگوانیدینی و استامی پراید ساختار سیانواستانیدینی دارد. این ترکیبات در محیط های بیولوژیکی به سرعت تجزیه شده و در نتیجه، در طبیعت ایجاد آلودگی نمی کنند.

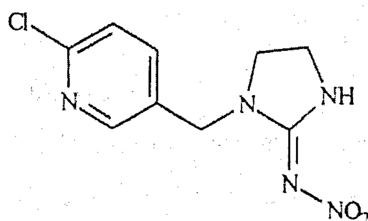
ایمیداکلوپراید imidacloprid

نامهای تجارتی: Condifor®, Gaucho®, Admire®

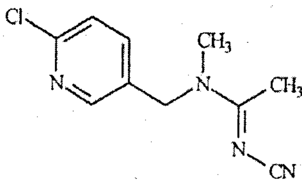
فرمول مولکولی: $C_9H_{10}N_5O_2Cl$

نام شیمیایی: 1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylidenamine

ساختار شیمیایی:



ایمیداکلوپراید در سال ۱۹۸٤ در ژاپن به عنوان یک حشره کش جدید ساخته و در سال ۱۹۸۵ با انجام تحقیقات وسیع آزمایشگاهی و صحرایی تأثیر آن روی ۹ آفت مهم برنج مورد بررسی قرار گرفت. این ترکیب در سال ۱۹۹۱ توسط کمپانی Bayer به عنوان یک ترکیب ضدعفونی کننده بذور چغندر معرفی شد. ایمیداکلوپراید حشره کشی با اثرات تماسی و سیستمیک بسیار زیاد است و این ویژگی آن را برای کنترل حشرات مکنده ای نظیر شته ها، مگسهای سفید و زنجرکها بسیار مناسب می سازد. همچنین این ترکیب برای کنترل سخت بالپوشان، بالپولکداران آفت، حشرات خاکزی، موریانه ها و نیز آفات بهداشتی خصوصاً ککها بکار می رود. از این ترکیب به چند صورت، ضدعفونی بذور (فرمولاسیون Gaucho) و نیز سمپاشی قسمتهای هوایی گیاهان (فرمولاسیون Condifor) استفاده می شود. ایمیداکلوپراید برای نماتدها و کنه های تارتن سمیت کمی دارد، اما برای انسان و جانوران خونگرم بسیار خطرناک است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ٤٥٠ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.



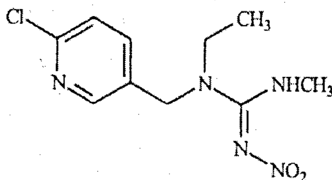
استامی پراید acetamipride

نام تجارتی: Mospilan®

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{11}ClN_4O_2$

نام شیمیایی: (E)-N-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N-cyano-N-methylethanimiamide

استامی پراید حشره کشی تماسی، سیستمیک و دارای خاصیت نفوذی مناسب است که برای کنترل شته ها، تریپسها و لارو پروانه های آفت هم در خاک و هم روی تعداد زیادی از گیاهان به کار می رود. کاربرد عمده این ترکیب علیه آفات سبزیجات و درختان میوه است. استامی پراید به آهستگی در بافت گیاهان تجزیه شده و به مدت ۵ تا ۱۵ روز اثر محافظتی دارد. سمیت این ترکیب از راه گوارشی برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است (LD_{50} حاد دهانی برای موش صحرایی ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم).



نیتن پیرام nitenpyram

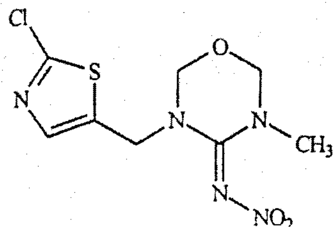
نام تجارتی: Bestugard®

فرمول مولکولی: ($C_{11}H_{15}ClN_4O_2$)

نام شیمیایی: (E)-N-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-ethyl-N-methyl-2-nitrovinylidenediamine

نیتن پیرام حشره کشی تماسی و گوارشی با خواص سیستمیک و نفوذی بسیار مناسب است که برای کنترل حشرات مکنده در مزارع برنج و گلخانه ها استفاده می شود. این ترکیب قادر است

به مدت ۵ تا ۱۰ روز گیاه را از حمله آفات مصون نگه دارد. نیتن پیرام از راه گوارشی و پوستی سمیت کمی برای انسان و جانوران خونگرم دارد. LD_{50} حاد دهانی و پوستی آن برای موش صحرایی کمتر از ۱۵۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن بوده است.



تیامتوکسام thiamethoxam

نام تجارتی: Cruiser®, Actara®

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}ClN_4O_2$

نام شیمیایی: 3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidenamine

تیامتوکسام حشره کشی تماسی، گوارشی با فعالیت سیستمیک است که سریعاً جذب گیاه شده و از طریق آوندهای چوبی منتشر می شود. این ترکیب برای کنترل حشرات مکنده نظیر شته ها، زنجرکها، شپشکها و نیز لارو سخت بالپوشان و بالپولکداران برگخوار و مینوز تهیه شده و علاوه بر این می توان در ضدعفونی بذور ذرت، پنبه، غلات و ... از آن استفاده نمود. فرمولاسیون Actara برای سمپاشی شاخ و برگ و خاک و فرمولاسیون Cruiser برای ضدعفونی بذور تهیه شده است. تیامتوکسام برای انسان و جانوران خونگرم سمیت کمی دارد. LD_{50} حاد دهانی و پوستی آن برای موش صحرایی ۱۶۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

فصل ششم

پایروتروئیدهای مصنوعی

پایروتروئیدهای مصنوعی

به دنبال تحقیقاتی که روی ساختمان شیمیایی پیرترین طبیعی صورت گرفت، پس از دستیابی به هسته مرکزی آن، امکان سنتز ترکیبات مشابه میسر گردید. این ترکیبات که یکی از گروههای مهم نسل سوم آفت کشها می باشند ضمن دارا بودن خاصیت حشره کشی یکسان و یا بهتر نسبت به پیرترین های طبیعی، در مقابل عواملی نظیر هوا و نور نیز از پایداری مطلوب تری برخوردارند.

اولین پایروتروئید با نام آلترین به طورمصنوعی در سال ۱۹٤۹ در آزمایشگاه سنتز شد. پیشرفتهایی که بعدها در انگلستان و ژاپن صورت گرفت باعث سنتز ترکیبات دیگری از این گروه گردید، به طوری که از سال ۱۹۷۲ پایروتروئیدهایی که به بازار عرضه می شدند قابل مصرف در کشاورزی بودند. آخرین تلاشها در این زمینه حاکی از عرضه ترکیباتی است که چند گرم از آنها برای هر هکتار توصیه شده است. همه ترکیبات جدید در مقابل نور پایدار هستند و چون فراریت کمی دارند اثر حشره کشی خود را تا ۱۰ روز پس از سمپاشی حفظ می کنند. از مهمترین ویژگیهای این سموم کم بودن مقدار ماده مؤثره لازم در واحد سطح می باشد، به طوری که این مقدار در ترکیبات جدیدتر به ۵-۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار کاهش یافته است. به علاوه، در مورد مصرف پایروتروئیدها روی محصولات، مسئله باقیمانده سم وجود ندارد زیرا این ترکیبات دارای پایداری کمی هستند و آثار آنها بعد از اندک زمانی از بین می رود.

این ترکیبات در سال ۱۹۸۷، ۲۵ درصد کل بازار حشره کشها را به خود اختصاص داده بودند.

به هر حال این گروه از حشره کشها نیز دارای محاسن و معایبی هستند که بهتر است مورد توجه قرار گرفته و عواقب مصرف آنها سنجیده شود. این آفت کشها علاوه بر داشتن مصارف بهداشتی، در سمپاشی های نزدیک برداشت محصول و نیز در روی محصولات انباری، حشرات خانگی، باغچه ها، آفات گلخانه ای و جنگلی نیز کاربرد دارند.

معایب و مزایای پایروتروئیدهای مصنوعی

الف : عوامل محدود کننده مصرف پایروتروئیدهای مصنوعی

۱- قیمت آنها در مقایسه با اکثر آفت کشهای مشابه قدری گرانتر می باشد.

۲- بر روی حشرات مفید و آفات تقریباً اثر یکسانی داشته و علاوه بر این، برای ماهیها نیز بسیار خطرناک می باشند.

۳- پس از بروز مقاومت آفات در برابر این دسته از ترکیبات، از اهمیت آن ها کاسته شده است.

ب- برخی از امتیازات پایروتروئیدهای مصنوعی به قرار زیر است :

۱- اثر ضربه ای سریع دارند.

۲- برای انسان و دیگر جانوران خونگرم کم خطر هستند.

۳- در مقایسه با آفت کشهای دیگر، در واحد سطح به مقدار کم مصرف می شوند.

٤- دوام و پایداری آن ها در شرایط طبیعی بیشتر از سموم گیاهی طبیعی می باشد.

نحوه اثر پیرترین و پایرتروئیدهای مصنوعی

پیرتروم حشره کشی است که به علت داشتن اثر ضربه ای سریع (Knockdown) به خوبی شناخته شده است، اما این تأثیر مستقیماً به اثر کشندگی سم مربوط نیست زیرا میزان سم لازم برای ایجاد مرگ و میر معمولاً بسیار بیشتر از مقداری است که برای فلج کردن حشرات مورد نیاز می باشد. معمولاً سینرژیستهای مختلف اثر فلج کنندگی و کشندگی پایرتروئیدها را تشدید می نمایند. از آنجایی که علایم مسمومیت از پیرترینها بسیار سریع بروز می کند، لذا باید اولین هدف این سموم سیستم عصبی باشد. اثرات پیرترین در سیستم عصبی حشرات بسیار شبیه به اثرات د.د.ت است. اما ظاهراً این اثرات پایداری بسیار کمتری داشته و منظم تر و متناوب تر هستند و علاوه بر این، تحریکات عصبی مکرر و خودبخودی نیز مشاهده می شود.

به طور کلی ترکیبات پایرتروییدی سبب ایجاد دو نوع اثر در سیستم عصبی می شوند:

۱) ایجاد تحریکات مکرر

۲) ممانعت از انتقال پیام عصبی.

در مسمومیت با آلترین، مانند د.د.ت پتانسیل منفی بعد از تحریک در طناب عصبی حشره افزایش می یابد. اما بر خلاف د.د.ت ظهور تحریکات مکرر با کاهش دما تشدید نمی شود، بلکه دمایی وجود دارد که کمتر از آن این تحریکات رخ نمی دهد.

تأثیرات آلترین بر نفوذپذیری غشاء آکسون نسبت به یونها بدین صورت است که این ترکیب:

۱) انتقال سدیم (به داخل غشاء آکسون) را به میزان زیادی کاهش می دهد،

۲) مکانیسم غیر فعال سازی سدیم (پمپ سدیم که آن را از قسمت داخل غشاء به خارج می راند) را فعال نگه می دارد.

۳) انتقال پتاسیم (به خارج غشاء آکسون) را به میزان کمی کاهش می دهد.

اثرات ناشی از این عوارض، کاهش پتانسیل غشاء و افزایش تدوام پتانسیل منفی بعد از تحریک می باشد. توانایی آلترین در ایجاد تحریکات مکرر با افزایش دما افزایش می یابد، اما اثر مهار کنندگی آن بر اعصاب، از خواص پایروتروئیدها بوده که باعث فلج شدن حشره می شود و با

کاهش دما افزایش می یابد. ظاهراً پایین آمدن دما میزان انتقال یون سدیم را در غشاء آکسون کاهش می دهد و از این رو تحریکات عادی عصبی مختل شده و پیام عصبی انتقال نمی یابد. لذا می توان تأثیر سینرژیستی کاهش دما را در اثر مهار کنندگی پیرترین و سموم پایرتروئیدی مربوط به این موضوع دانست.

گامون و همکاران با مطالعه روی اثر آنالوگهای پایرتروییدی مختلف، در ناحیه سیناپسی در اعصاب سوسری آمریکایی، نشان دادند از نظر نقطه اثر، دو گروه عمده را تشکیل می دهند: ۱) ترکیبات نوع اول شامل S – بیوآلترین، [1R, cis] رزمترین، کادترین، [1R, tranc] و [1R, cis] ترامترین، فنوترین و پرمترین، و ۲) ترکیبات نوع دوم شامل [1R, cis,2S] و[1R, tranc, 2S] سیپرمترین، دلتامترین و [S,S] فنووالریت. ترکیبات نوع اول سبب ایجاد تحریکات مکرر می شوند در حالی که ترکیبات نوع دوم به این صورت عمل نمی کنند. علایم مسمومیت ناشی از ترکیبات نوع اول با ظهور تحریکات مکرر و بروز اثر ضربه ای موقتی (فلج) که با دما رابطه منفی دارد، صورت می گیرد؛ در حالیکه نحوه اثر نوع دوم در ارتباط با ترکیباتی است که اثر آنها ناشی از مهار کنندگی اعصاب بوده و با دما رابطه مثبت دارد. در مورد تأثیر ساختار مولکولی سموم در نحوه اثر آنها، اکثر دانشمندان معتقدند که پایرتروییدهای نوع اول تا حد زیادی مشابه د.د.ت عمل می کنند و مهمترین دلیل آن هم وجود مقاومت یکسان به د.د.ت و پایرتروئیدهای نوع اول است. سایر دلایل شامل ۱) وجود رابطه منفی با درجه حرارت در مورد اثر کشندگی، ۲) حساسیت سیستم عصبی حشرات به هر دو دسته از سموم، ۳) ظهور تحریکات مکرر و متناوب و ۴) تأثیر هر دو دسته این سموم در مکانیسمهای مربوط به کانالهای سدیم می باشد.

عموماً پایرتروییدهای نوع اول اثر مهار کنندگی بیشتری روی آنزیم Ca^{++}-ATPase دارند، در حالی که آنزیم Ca^{++}-Mg^{++}ATPase نسبت به پایرتروئیدهای نوع دوم حساسیت بیشتری دارد.

متابولیسم سموم گیاهی و پایرتروئیدهای مصنوعی

حشره کشهای گیاهی شامل ترکیبات متنوعی هستند و از این رو نمی توان سیستم خاصی را برای مشخص کردن نوع متابولیسم آنها پیدا نمود. ترتیبی که در زیر ذکر می شود فقط برای سهولت درک مطالب می باشد.

متابولیسم پیرترین ها

از آنجایی که پیرترین ها ساختار استری دارند، لذا می توان انتظار داشت که در محل پیوند استری نسبت به واکنش هیدرولیز حساسیت داشته باشند. اما چانگ و کرن در زمینه متابولیسم پیرترین در بدن مگس خانگی مطالعه و دریافتند که واکنش هیدرولیز پیوند استری در متابولیسم

این سم نقش عمده ای ندارد. با توجه به اینکه مشتقات متیلن دی اکسی فنیل (سینرژیستها) با ممانعت از واکنشهای اکسیداسیون اثر تشدید کنندگی خود را براین سم اعمال می کنند، لذا می توان تصور نمود که پیرترین بیشتر از طریق این سری واکنشها متابولیزه می شود.

در بدن مگس خانگی پیرترین در اثر اکسیداسیون به بیش از ۱۰ متابولیت تبدیل می شود که هر یک از آنها یک گروه استری دست نخورده دارند. واکنش اکسیداسیون عمدتاً در گروه transe-methyl در قسمت ایزوبوتنیل (Isobutenyl) رخ می دهد. متابولیت اصلی در پیرترین ۱ و ۲ مانند هم بوده و در همه حالات هر دو دارای یک عامل کربوکسیل در قسمت ایزوبوتنیل در بخش اسیدی هستند.

متابولیسم پایرتروئیدهای مصنوعی

این گروه از سموم شیمیایی شامل حشره کشهای مصنوعی مهمی است که خود نتیجه بیش از ۲۵ سال تحقیق و مطالعه در زمینه بهبود درمان و خواص حشره کشی پیرترین هستند. پیرترین و متابولیتهای آن دوام بسیار کمی در بدن حیوانات دارند، اما پایرتروییدهای جدید همگی دارای ۱) یک قسمت الکلی پایدار که زنجیر جانبی آن به حلقه های آروماتیک تبدیل شده است و ۲) یک گروه دی متیل وینیل ناپایدار در قسمت اسیدی که ممکن است روی آن استخلاف های آروماتیک (فنووالرات) و یا اتمهای هالوژن قرار گرفته باشند (دلتامترین، پرمترین) هستند که در نتیجه به وجود آمدن چنین ساختاری، واکنشهای هیدرولیز و احیا نیز مانند اکسیداسیون اهمیت می یابند. این موضوع را می توان از عدم تأثیر کافی سینرژیستها روی پایرتروئیدهای جدید نیز استنباط نمود، زیرا این ترکیبات تنها از واکنشهای اکسیداسیون ممانعت به عمل می آورند.

پایرتروئیدها در بدن پستانداران سریعاً از طریق سه نوع فرآیند عمده متابولیزه می شوند: ۱) شکستن پیوند استری (استرازها: هیدرولیز کننده و اکسیدازها) ۲) اکسیداسیون (اکسیدازها) و ۳) هیدروکسیلاسیون. مزدوجهای تشکیل شده قابل حل در آب بوده و از طریق ادرار دفع می شوند و لذا ترکیبات پایرتروئیدی به هیچ وجه در بافتهای چربی بدن ذخیره نمی گردند. در ترکیبات دارای زنجیر جانبی ایزوبوتنیل مانند آلترین، متابولیسم از طریق سیستم اکسید کننده MFO روی ترانس متیل صورت می گیرد. در مورد پایرتروئیدهایی که دارای بنیان سیکلوپروپان هستند، سرعت متابولیسم به استریوشیمی موجود در کربن های شماره ۱و۳ بستگی دارد. وجود استخلاف به حالت ترانس در قسمت استری سرعت شکستن باند استری را افزایش می دهد، در حالی که ایزومر سیس با سرعت بسیار کمتری از این طریق متابولیزه می شود.

در پایرتروئیدهای مشتق از ۳- فنوکسی بنزیل الکل، وارد شدن یک گروه سیانو (CN) روی کربن آلفا (مانند دلتامترین، سیپرمترین) پایداری مولکول را نسبت به واکنشهای اکسیداسیون و

هیدرولیز افزایش می دهد. دلتامترین و سیس- سیپرمترین نسبت به متابولیسم بسیار مقاومند، اما در مورد پستانداران سرعت متابولیسم در حدی است که ترکیب، بدون خطر از بدن دفع می شود. فنووالریت که فاقد بنیان سیکلوپروپان است نیز پایداری متابولیکی زیادی دارد.

به طور کلی در واکنشهای اکسیداسیونی حداقل سه محل حساس در مولکول سم پایرتروئیدی وجود دارد:

۱ و ۲) گروههای ترانس و سیس متیل در قسمت اسیدی

۳) موقعیت ۴ در حلقه فنیل در قسمت الکلی.

فراوانی نسبی فرآورده های حاصل از این واکنشها از گونه ای به گونه دیگر متفاوت است. اما در همگی سه موقعیت فوق مورد حمله قرار می گیرند، اگر چه ممکن است ندرتاً واکنش هیدروکسیلاسیون در موقعیت ۲ در حلقه فنیل سیس پرمترین رخ دهد.

در مورد سیپرمترین اهمیت مرحله آنزیمهای استراز در برابر واکنشهای اکسیداتیو، بسیار بیشتر از پرمترین است. در ترانس سیپرمترین این نسبت ۹۳/۲ به ۱۷/۳ و در مورد سیس پرمترین ۴۱/۵ به ۳۷/۶ می باشد (دربدن موش صحرایی). در مورد دلتامترین (تنها ایزومر سیس) این نسبت ۲۱/۳ به ۴۱ می باشد. فلووانیلات در بدن تریپس مرکبات (*Scirthothrips citri*) به ترتیب اهمیت توسط سه سیستم عمده شامل سیستم اکسید کننده MFO، استرازها و سیستم آنزیمی گلوتاتیون اس- ترانسفراز متابولیزه می شود که دو سیستم اول اهمیت بیشتری دارند. این نسبتها نشان می دهد که متابولیسم پایرتروئیدها توسط استرازها حداقل به اندازه واکنشهای اکسیداسیونی اهمیت دارد.

طبقه بندی پایروتروئیدها:

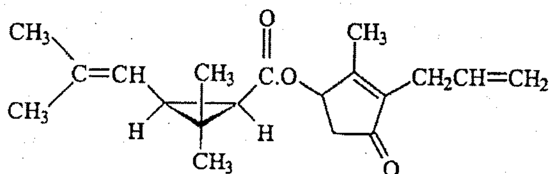
گروه اول: این گروه تنها شامل آلترین است که در سال ۱۹۴۹ به طور تجاری ساخته شد.

گروه دوم: این گروه شامل ترکیبات متعددی است که از آن جمله می توان به تترامین، رسمترین، بیوآلترین، بیورسمترین و فنوترین اشاره نمود. اغلب این ترکیبات تنها مصرف بهداشتی دارند.

گروه سوم: در این دوره ترکیباتی نظیر فنوالریت و پرمترین عرضه شده اند. این ترکیبات اولین پایروتروئیدهای مصنوعی هستند که به سبب قدرت حشره کشی زیاد و نیز دوام مناسب در برابر نور خورشید، در کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته اند.

گروه چهارم: این گروه هنوز هم در حال توسعه و پیشرفت بوده و شامل ترکیبات متعددی نظیر سی هالوترین، سیپرمترین و دلتامترین می باشند.

۱- آلترین (allethrin)



نام تجارتی: پیرزین، پینامین

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{26}O_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

مشخصات: آلترین که اولین آنالوگ مصنوعی پیرتروم بود در سال ۱۹۶۷ توسط شرکتهای سومیتومو و فیرفیلد به بازار عرضه شد. این سم دارای نقطه جوش ۱۶۰ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۳۰۲/۴ بوده و فاقد خاصیت گیاه سوزی است. این سم بر روی مگس خانگی مؤثر می باشد. فرآورده های تجاری آن مخلوطی از ۱۸ ایزومر بوده و میزان سمیت آن بستگی به نسبت ایزومرهای موجود دارد. آلترین مایل به قهوه ای شفاف می باشد که در حلالهای آلی حل شده و در آب غیر محلول است. به علاوه، در مقابل نور و گرمای خورشید نیز پایدارتر از پیرترینهای طبیعی می باشد.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی، گوارشی و تنفسی است.

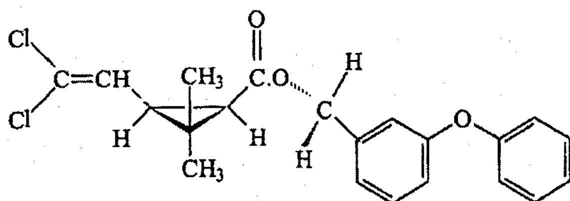
میزان مصرف: به علت شدت تأثیرآلترین نسبت به پیرترین طبیعی، در فرمولاسیون های مایع جایگزین آن می شود.

موارد مصرف: این حشره کش بر روی حشرات خانگی مؤثر واقع می گردد.

فرمولاسیون: این سم در ایران به صورت امولسیون ۲۵ درصد عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۵۸۵-۹۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۲۰۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۱۷/۵-۳۰ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

۲- پرمترین، آمبوش (permethrin)



نام تجارتی: پرترین، کورسایر، کافیل، پونس، پرماسکت، ایندوترین، تالکورد، اسلوموکسین، اکتیبان و کوپکس.

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{20}Cl_2O_3$

نام شیمیایی:

3-phenoxybenzyl(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

مشخصات: این سم که در سال ۱۹۷۳ به وسیله الیوت و همکاران معرفی گردید و با نام تجاری آمبوش به بازار عرضه شده، دارای وزن مولکولی ۳۹۱/۳، نقطه ذوب ٣٤-٣٥ درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۲۰۰ درجه سانتیگراد بوده و به صورت مخلوطی از دو ایزومر سیس و ترانس به نسبت ۲۰ به ٦٠ می باشد. این سم در ایران محبوبیت زیادی بین باغداران و زارعین دارد، ولی نباید از اثرات جانبی آن غفلت نمود. پرمترین در خاک و آب سریعاً تجزیه می شود. حداکثر باقیمانده مجاز این سم در محصولات زراعی ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن محصول است. در حیوانات خونگرم زنجیر استر هیدرولیز شده و پس از هیدرواکسیلاسیون بالاخره به صورت گلوکوزید اسید دفع می گردد. این سم پادزهر اختصاصی ندارد.

نحوه تأثیر: پرمترین یک حشره کش با طیف وسیع بوده و دوام متوسطی دارد و تا حدودی دارای خاصیت دورکنندگی نیز می باشد.

موارد مصرف: از این سم بر علیه برگخوار چغندرقند، مینوز لکه گرد و سایر برگخوارها توصیه می گردد و علاوه بر این روی آفات پنبه، آفات درختان میوه، سبزیجات و توتون نیز مؤثر است.

فرمولاسیون: پرمترین به صورت امولسیون ۲۵ درصد در بازار یافت می شود.

سمیت روی سایر موجودات: این حشره کش برای انسان و دام بی خطر است. LD_{50} آن ٤٣٠-٤٠٠٠ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۳۰۰۰-۳۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای پرندگان و ۰/۰۰۱۸ میلی گرم در لیتر برای ماهیها است.

موارد مصرف: محلول پاشی برای مینوز لکه گرد درختان میوه به میزان ۰/۵ در هزار فقط در سالهای طغیانی علیه نسل اول و حداکثر نسل دوم و در یک نوبت و برای پرودنیای چغندرقند به مقدار یک لیتر در هکتار از محلول امولسیون ۲۵ درصد تجارتی صورت می گیرد.

۳- فن والریت (fenvalerate)

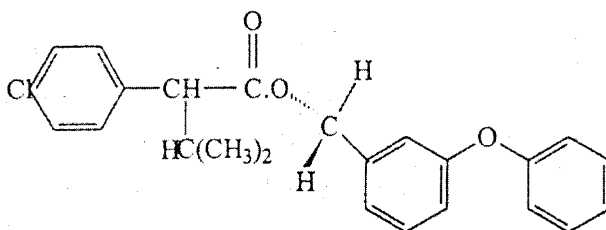
نام عمومی: فن والریت

نام تجارتی: سومیسیدین، بلمارک، اکورین و پیریدین

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{22}CLNO_3$

نام شیمیایی: (*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (*RS*)-2-(4-chlorophenyl)-3-methylbutyrate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط شرکتهای شل و سومیتومو به بازار عرضه شده است. در نتیجه تلاش شیمیدانهای ژاپنی، حلقه سیکلوپروپان به وسیله یک گروه شیمیایی دیگر جایگزین شد. فنووالریت از چهار ایزومر تشکیل شده است. این ترکیب در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد مایعی زرد و شفاف است و در محیط اسیدی پایدارتر از محیط قلیایی می باشد. وزن مولکولی آن ۴۱۹/۹ می باشد. به علاوه، در آب نامحلول بوده، اما در حلالهای آلی به میزان متوسط حل می شود و در برابر تغییرات دما نیز پایدار می باشد. این سم پادزهر اختصاصی ندارد و داروهای آرام بخش مانند باربیتوراتها توصیه می گردد. طیف حشره کشی آن وسیع بوده و برای انسان و دام نیز اندکی خطرناک است. در حالت مایع زنجیر استر هیدرولیز می شود و در برابر نور دکربوکسیلاسیون اتفاق می افتد. وقتی پستانداران این سم را بخورند، ۹٦ درصد از آن در مدت ٦-١٤ روز از طریق کلیه ها دفع می گردد. این حشره کش در برخی از موارد روی برگهای جوان و سرشاخه ها ایجاد گیاهسوزی می کند. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این سم، یک حشره کش غیر سیستمیک تماسی، گوارشی با کمی خاصیت کنه کشی می باشد.

میزان مصرف: مقدار مصرف ماده خالص این سم ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم ماده خالص در هکتار است. اما برای مبارزه با پرودنیای چغندرقند، محلول پاشی به میزان ۱ لیتر در هکتار از فرمولاسیون تجارتی و برای مینوز لکه گرد، محلول پاشی با دز ۰/۵ در هزار از فرمولاسیون صورت می گیرد.

موارد مصرف: این حشره کش روی لارو پروانه ها، سخت بالپوشان و پوره سنها مؤثر است. به علاوه، بر روی کنه های دامی و مگسها و پشه ها نیز اثر خوبی داشته و علیه پرودنیای چغندرقند و مینوز لکه گرد درختان میوه نیز توصیه می شود.

فرمولاسیون: فن والریت در بازار به صورت امولسیون ۲۰ درصد موجود می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: برای زنبور عسل به شدت سمی است. LD_{50} آن ۱۰۰۰-۱۶۰۰ برای پرندگان و ۰/۰۰۳۶ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

۴- دکامترین یا دلتامترین (deltamethrin)

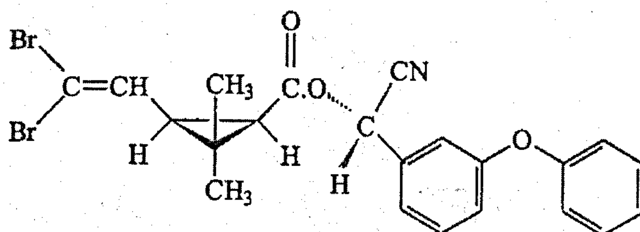
نام تجارتی: دسیس، بوتوکس، بوتوفلین و کائوترین

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{19}Br_{2}NO_{3}$

نام شیمیایی:

(*S*)-*α*-cyano-3-phenoxybenzyl(1*R*,3*R*)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط کارخانه راسل ـ اکلاف به بازار عرضه شده و در فهرست سموم مجاز کشور ثبت شده است. نقطه ذوب آن ۹۸-۱۰۱ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی آن ۵۰۵/۲ می باشد. این ترکیب در ساختمان شیمیایی خود دارای برم (Br) است که در آب تقریباً غیر محلول می باشد به طوری که فقط به میزان ۰/۰۰۲ در آب حل می شود. ولی در استن و بسیاری از حلالهای حلقوی حل می گردد. قدرت حشره کشی بسیار بالایی داشته و سمیت آن برای مگس خانگی در حدود ۵۰ برابر پیرترین I می باشد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این حشره کش دارای خاصیت گوارشی و تماسی است.

میزان مصرف: محلول پاشی به نسبت ۰/۵ در هزار از فرم تجارتی برای مبارزه با مینوز لکه گرد و به میزان مصرف یک لیتر در هکتار برای پرودنیای چغندرقند می باشد.

موارد مصرف: این ترکیب جزء پایروتروئیدهای مصنوعی بسیار ناپایدار بوده و برای کنترل لارو بالپولکداران و سخت بالپوشان، مینوز لکه گرد درختان میوه و پرودنیای چغندرقند توصیه می شود.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت امولسیون ۲/۵ درصد و پودر ۰/۲ درصد موجود است و مقدار مصرف آن ۵ تا ۱۷/۵ گرم ماده مؤثر در هکتار می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۱۳۵-۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۴۶۴۰-۸۰۳۹ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

۵- سیپرمترین (cypermethrin)

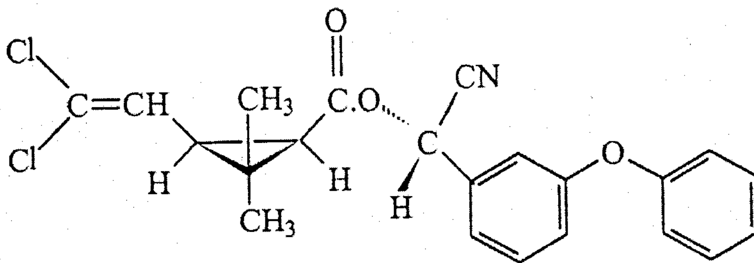
نام تجارتی: ریپکورد، کافیل سوپر، سیمبوش

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: خاصیت آفت کشی این سم توسط الیوت کشف شد. سپس در سال ۱۹۷۵ توسط شرکت شل ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل ماده ای جامد با نقطه ذوب ۶۰-۸۰ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۴۱۶/۳ است. این سم به صورت دو ایزومر سیس و ترانس می باشد. در آب تقریباً نامحلول بوده ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. به علاوه، در محیط های خنثی و اسیدی ضعیف پایداری خوبی دارد، ولی در محیطهای قلیایی تجزیه می گردد. در مقابل نور نیز نسبتاً مقاوم بوده و به مقدار کمی تجزیه می شود. این سم در مدت ۱۶ هفته در داخل خاک هیدرولیز شده و موجب گسستگی استر می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با خاصیت تماسی و گوارشی و اثر ابقایی روی گیاه سمپاشی شده می باشد.

میزان مصرف: محلول پاشی به نسبت ۲ در هزار از فرمولاسیون تجاری انجام می شود.

موارد مصرف: این سم روی تعداد زیادی از حشرات به ویژه لارو بالپولکداران مؤثر بوده و علاوه بر این، علیه حشرات جونده سیب و پنبه و نیز در اسپری های خانگی مورد استفاده قرار می گیرد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۲۵۰-۴۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۲۰۰۰-۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۰/۰۰۶۹ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

۶- آلفا سیپرمترین (alpha-cypermethrin)

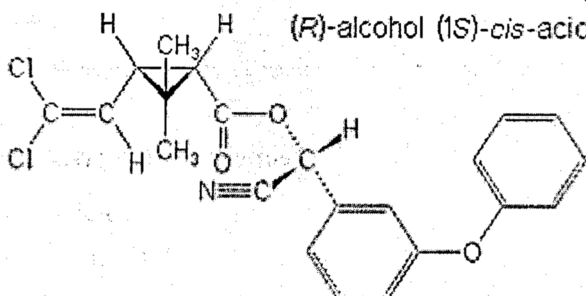
نام تجارتی: فاستاک، کنکورد، فندونا، و رنگادا

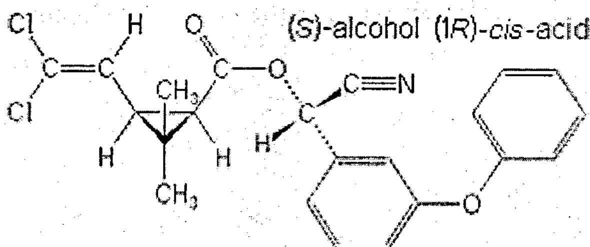
فرمول مولکولی: $C_{22}H_{19}CL_2NO_3$

نام شیمیایی:

racemate comprising (*R*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl(1*S*,3*S*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate and (*S*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1*R*,3*R*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:





مشخصات: این سم توسط فیشر و همکاران تهیه و معرفی شده و سپس شرکت شل آن را ساخته و به بازار عرضه نموده است. فرم خالص این سم به صورت بلورهای بی رنگ با نقطه ذوب ۸۰/۵ درجه سانتیگراد، فشار بخار $۱/۷×۱۰^{-۹}$ میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد، وزن مولکولی ۴۱۶/۳ دلتن، نقطه جوش ۲۰۰ درجه سانتیگراد در ۰/۰۹۳ میلی بار و وزن مخصوص ۱/۲۸ می باشد. این سم در محیطهای خنثی و اسیدی بسیار پایدار است ولی در محیط قلیایی هیدرولیز می گردد. در برابر حرارت نیز مقاوم می باشد، به طوری که در دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد و در برابر نور خیلی کم تجزیه می شود، ولی در خاک هیدرولیز می گردد و نیمه عمر آن در خاکهای لومی ۱۳ هفته است. در ۲۵ درجه سانتیگراد در آب به میزان ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر، اما در دی کلرومتان ۵۵۰، سیکلوهگزانون ۵۴۰، اتیل استات ۴۴۰ و کلروبنزن ۴۲۰ گرم حل می گردد.

نحوه تأثیر: حشره کشی با اثر تماسی و گوارشی است.

موارد مصرف: این سم برای مبارزه با بسیاری از آفات اعم از مکنده یا جونده از قبیل بالپولکداران، آفات موکاریها، کرم ساقه خوار اروپایی ذرت، شته های غلات، سوسک کلرادو و سایر محصولات به کار می رود.

فرمولاسیون: این سم به صورت امولسیون در بازار یافت می شود و با قارچ کشهای متداول قابل اختلاط است، ولی باید پس از اختلاط بلافاصله مصرف شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از راه گوارشی ۷۰-۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن و از راه تماسی بیش از ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن است و تا حدودی سبب حساسیت پوستی می شود و سبب حساسیت ملایمی نیز در چشمها می شود.

۷- فن پروپاترین= دانیتول (fenpropathrin)

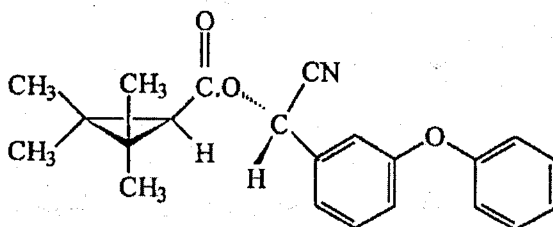
نام تجارتی: رودی، مئوترین

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{23}NO_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این ترکیب دارای وزن مولکولی ۳۹۴/۴ و خاصیت حشره کشی و کنه کشی است. در سال ۱۹۸۱ توسط شرکت سومیتومو ژاپن سنتز و به بازار عرضه شده است. ثبت این ترکیب در فهرست سموم مجاز کشور انجام گرفته است. این ترکیب را با ترکیباتی که دارای خاصیت قلیایی هستند نباید مخلوط نمود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این ترکیب، حشره کش و کنه کشی با خاصیت گوارشی، تماسی و دور کنندگی می باشد.

میزان مصرف: این سم به میزان ۵۰ تا ۲۰۰ گرم ماده خالص در هکتار روی حشرات و انواع کنه ها مؤثر می باشد.

موارد مصرف: علیه کنه قرمز اروپایی درختان میوه سردسیر به ثبت رسیده است ولی روی کنه های اریوفید مؤثر نیست.

سمیت روی سایر موجودات: این ترکیب برای انسان و دام بسیار خطرناک است. LD_{50} آن ٦٦/٧ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی، ۱۰۸۹-۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۰/۰۰۰۹۱۵ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

۸- رسمترین (resmethrin)

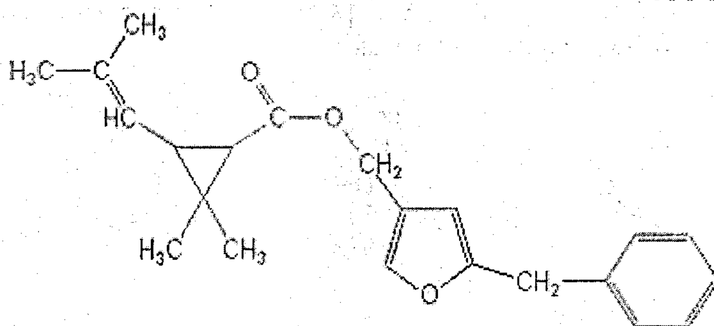
نام تجارتی: بیورسمترین، سیس مترین، بنزیفورولین، کرایسئون

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{26}O_3$

نام شیمیایی:

5-benzyl-3-furylmethyl(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط کارخانه اف ام سی، سومیتومو، فیرفیلد، میچل کوت ساخته شده و در سال ۱۹٦۷ توسط الیوت و همکاران معرفی شده است. دارای وزن مولکولی ۳۳۸/٤۵، نقطه ذوب ٤۳-٤۸ درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۱۷٤ درجه سانتیگراد در فشار بخار ۱/٤ میلی بار بوده و فشار بخار آن بسیار پایین است. فرم خالص آن به شکل بلورهای بی رنگ و فرم تکنیکال آن مومی شکل می باشد. در شرایط انبار و در حالت خشک بسیار پایدار است، ولی در برابر نور، هوا، اسیدها و قلیاها تجزیه می گردد. عملاً در آب نامحلول بوده، ولی در حلالهای آلی حل می شود.

نحوه تأثیر: حشره کشی با خاصیت تماسی است.

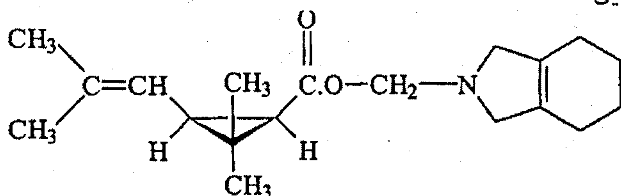
موارد مصرف: برای مبارزه با آفات خانگی، تأسیسات عمومی، انبارهای غذایی و حشرات دامی توصیه شده است.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون،ULV، پودر وتابل و نیز مخلوط با تترامترین، پرموفوس، مالاتیون، لیندین، پیرترین و پی پرونیل بوتوکساید استفاده می شود.
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از راه گوارشی ۱۴۰۰–۱۶۰۰ (رسمترین) و ۸۶۰۰–۸۸۰۰ (بیورسمترین) و از طریق تماسی به ترتیب ۴۲۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. سطح بی زیان آن برای سگ ۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در سه ماه تغذیه می باشد. در پوست حساسیت ایجاد نمی کند. برای ماهی ها نیز مانند سایر پایروتروئیدها مسموم کننده است.

۹- تترامترین (tetramethrin)

نام تجارتی: نئوپینامین
فرمول مولکولی: $C_{19}H_{25}NO_4$
نام شیمیایی:
cyclohex-1-ene-1,2-dicarboximidomethyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط شرکتهای سومیتومو و فیرفیلد سنتز و اولین بار در سال ۱۹۶۵ معرفی شده و در فهرست سموم مجاز کشور به ثبت رسیده است. دارای وزن مولکولی ۳۳۱/۴۲، نقطه ذوب ۶۰–۸۰ درجه سانتیگراد (تکنیکال ۹۰ درصد)، نقطه جوش ۱۸۵–۱۹۰ درجه سانتیگراد در ۰/۱۳ میلی بار و فشار بخار $4/7 \times 10^{-8}$ میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد بوده و فرم خالص آن به صورت بلورهای بیرنگ می باشد. نسبت به اسیدها و بازهای قوی حساس است. در انبارها تا دمای ۵۰ درجه سانتیگراد پایدار می باشد. عملاً در آب نامحلول است، ولی در استون ۴۰ درصد، بنزن ۵۰ درصد و تولوئون ۴۰ درصد به خوبی حل می شود. احتمالاً مانند پیرترین طبیعی تجزیه می گردد. در بدن حیوانات خونگرم در اثر متابولیسم به هیدروکسی سیکلوهگزان دی کاربوکسیماید تبدیل شده و ۹۵ درصد آن در ظرف ۵ روز از بدن دفع می شود. این سم پادزهر اختصاصی ندارد.
نحوه تأثیر: اثر تماسی و ضربه ای خوبی دارد.

میزان مصرف: در آئروسول ها و یا اسپری ها مصرف می شود.

موارد مصرف: از این سم برای مبارزه با مگسها، پشه ها و زنبورها، در اماکن مسکونی و دامداریها استفاده می شود. در بازار به صورت مایع در قوطی های تحت فشار وجود دارد.

فرمولاسیون: مخلوط با پی پرونیل بوتوکساید نیز به صورت آئروسول مصرف می گردد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی برای موش صحرایی ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. تغذیه سگها با ۱۲۵۰-۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن در ۱۳ هفته پس از تغذیه هیچ گونه عارضه و علائم مسمومیت را ایجاد نکرده است. برای ماهی ها مسموم کننده بوده و حد قابل تحمل آن برای ماهی کارپ ۰/۱۸ میلی گرم در لیتر در مدت ۴۸ ساعت می باشد. برای زنبور عسل نیز سمی است.

نحوه تأثیر: حشره کشی تماسی با اثر ضربتی قوی می باشد.

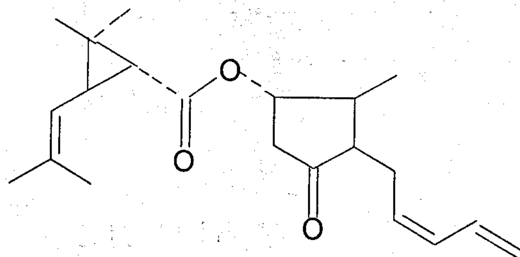
موارد مصرف: این حشره کش برای مبارزه با حشرات خانگی مورد استفاده قرار می گیرد.

۱۰- پیرترین (pyrethrin)

نام تجارتی: پیرتروم

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{28}O_3$

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط کارخانه های دنکا و فیرفیلد، سنتز و به بازار عرضه شده و در فهرست سموم مجاز کشور به ثبت رسیده است. فرم خالص آن به صورت روغن غلیظ با وزن مولکولی ۳۲۸/۴۳، نقطه جوش ۱۷۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد و فشار بخار بسیار پایین می باشد. در شرایط محیطی بسیار ناپایدار است، به طوری که در مجاورت نور و هوا اکسیده شده و خواص حشره کشی خود را از دست می دهد. علاوه بر این، در محیطهای قلیایی نیز بی اثر می شود. اضافه کردن سینرژیستها خواص آن را تثبیت می کند و در این زمینه، پی پرونیل بوتوکساید روی آن اثر سینرژیستی دارد. عملاً در آب نامحلول بوده ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. معمولاً مخلوط با روتنون یا سایر حشره کشها به کار می رود. به طور کلی به غیر از مواد قلیایی با سایر

ترکیبات سازگاری خوبی دارد. در بدن به سرعت هیدرولیز شده و اثر خود را از دست می دهد. سمیت تماسی آن قابل اندازه گیری نیست. غلظت قابل قبول آن در محیط کار در ۸ ساعت ۱۵ میلی گرم در متر مکعب از حجم هوا است. تجزیه این سم پس از ورود به بدن پستانداران، از طریق هیدرولیز شدن زنجیر استر انجام می پذیرد. تجزیه آن توسط نور خورشید و پرتو فرابنفش در گروه الکل آغاز شده و منجر به ایجاد تعدادی از مشتقات ناشناخته می شود. پیرترین دارای ٦ ایزومر می باشد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک و تماسی با اثر ضربتی است.

میزان مصرف: به صورت محلول پاشی یا آئروسول یا کاغذها و نوارهای مگس کش و سایر فرمها مصرف می شود.

موارد مصرف: این حشره کش برای کنترل حشرات خانگی، اماکن عمومی و انبارها و همچنین برای مبارزه با شته ها، شپشکهای نباتی و سایر حشرات در سبزیجات و باغات و آفات انباری توصیه شده است.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت گرد، امولسیون و آئروسول یافت می شود.

سمیت روی سایر موجودات: سطح کشندگی ۵۰ درصد آن از طریق خوراکی در موش صحرایی ۱۰۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم، برای پرندگان بیشتر از ۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای ماهیها ۰/۰۰۵ میلی گرم بر لیتر بوده و بدین ترتیب، برای ماهی ها سمی است. امولسیون آن برای زنبور عسل سمی می باشد، اما اسپری آن سمی نبوده و برای زنبور عسل حالت دور کننده دارد.

۱۱- کادترین

نام تجارتی: اسپری توکس

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{24}O_4S$

مشخصات: این سم توسط کارخانه روسل اوکلاف سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل امولسیون روغنی زرد رنگ مایل به قهوه ای و غلیظ، با وزن مولکولی ۳۹٦/۵ و فشار بخار در ۲۰ درجه سانتیگراد کمتر از $۱۰^{-۷}$ × ٦/۵ میلی بار می باشد. در محیطهای مایع قلیایی هیدرولیز شده و در برابر نور نیز تجزیه می گردد. عملاً در آب نامحلول بوده ولی در متیل کلراید، الکل، تولوئون، استون، پی پرونیل بوتوکساید به خوبی حل می شود. با سایر پایروتروئیدها و ترکیبات غیر قلیایی قابل اختلاط است. در حیوانات خونگرم سریعاً تجزیه می گردد. حلقه تیولاکتون باز شده و استر آن جدا می شود و در حلقه هیدروکسیلاسیون حاصل می شود. این سم دارای

خاصیت خورندگی بوده و برای نگهداری آن باید از ظروف آلومینیومی و یا با پوشش داخلی پلاستیکی استفاده شود.

نحوه تأثیر: از نظر حشره کشی از گروه پایروتروئیدها با اثر ضربه ای قوی است.

موارد مصرف: از این سم برای مبارزه با حشرات خانگی مانند مگس، پشه و سوسریها استفاده می شود.

فرمولاسیون: در بازار به صورت آئروسول عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از راه دهان ۱۴۲-۱۳۲٤ و از راه پوست ۳۲۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم وزن بدن است. روی پوست، چشم و مجاری تنفسی کمی حساسیت ایجاد می کند. سطح بی زیان آن برای موش صحرایی در مدت ۳۰ روز ۱/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن اندازه گیری شده است. برای ماهی ها بسیار سمی می باشد.

۱۲- سی هالوترین (cyhalothrin)

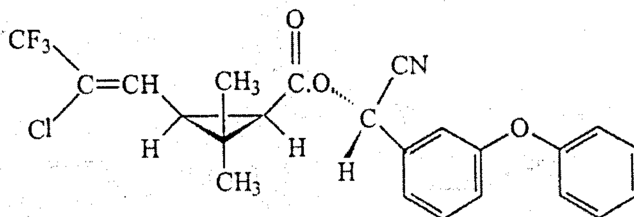
نام تجارتی: گریند، سیفا و لامبادا ـ سی لوتر و کاراته

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl(*Z*)-(1*RS*,3*RS*)-(2-chloro-3,3,3-trifluoropropenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۰ توسط شرکت ای. سی. ای انگلستان سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به صورت روغن غلیظ قهوه ای رنگ می باشد. وزن مولکولی آن ٤٤٩/۹، نقطه جوش آن ۱۸۷-۱۹۰ درجه سانتیگراد و فشار بخار آن در ۲۰ درجه سانتیگراد ۰/۰۰۱ میلی بار است. حلالیت آن در آب ۲۰ درجه سانتیگراد ۰/۰۰۳ میلی گرم در لیتر می باشد، در حالی که در استون، دی کلرومتان، اتیل استات، هگزان، اتانول به میزان ۵۰۰ گرم در لیتر حل می شود. در دمای ۲۷۵ درجه سانتیگراد تجزیه می گردد. در تاریکی به مدت ٤ سال در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد تجزیه نشده و نسبت ایزومرهای آن تغییر نمی کند. در مقابل نور تا ۱/٦ سال بدون تغییر باقی

می ماند. نیمه عمر آن در آب رودخانه ۲۰ روز است. در pH ۷ تا ۹ به تدریج هیدرولیز می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی است و اثر ضربه ای خوبی دارد.

موارد مصرف: از این سم برای مبارزه با پارازیتهای خارجی حیوانات در اصطبلها استفاده می شود.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون غلیظ عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: حداقل دز کشنده ۵۰ درصد از راه دهان برای موش صحرایی ۲٤۳ میلی گرم از ماده تکنیکال و برای خوکچه هندی بیش از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و از طریق پوست برای خرگوش بیش از ۲۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. میزان ADI آن برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم است.

۱۳- سی فلوترین (cyfluthrin)

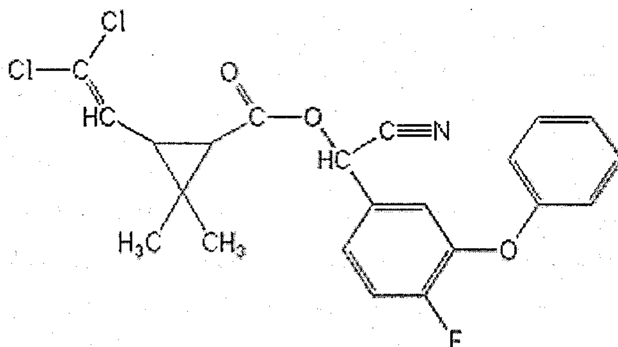
نام تجارتی: باپتروئید، رسپونسار، سولفاک

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{18}Cl_2FNO_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-α-cyano-4-fluoro-3-phenoxybenzyl(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۱ توسط هامن و فوش تهیه و معرفی شده و توسط کارخانه بایر ساخته و به بازار عرضه شده است. ثبت آن در فهرست سموم مجاز کشور در تاریخ ۷۱/۸/۲۵ به طور موقت به مدت ۲ سال و در تاریخ ۷۵/۱۲/۲۰ به مدت ۳ سال تمدید شد. شکل خالص توده

خمیری شکل زرد رنگی است و دارای وزن مولکولی ٤٣٤/٣، نقطه ذوب ٦٠ درجه سانتیگراد، فشار بخار یک میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/۲۷-۱/۲۸ گرم می باشد. در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، به میزان کمتر از ۲ میلی گرم در یک لیتر آب، ولی در هگزان به میزان ۱۰ تا ۲۰ گرم در لیتر حل می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با خاصیت تماسی، گوارشی و اثر ضربه ای است.

موارد مصرف: این سم برای مبارزه با حشرات به خصوص سنها، سخت بالپوشان، جور بالان و لارو بالپولکداران در روی محصولات غلات، پنبه، باغات میوه، سبزیجات و همچنین سوسری خانگی، آفات انباری و دامپروری به کار می رود.

فرمولاسیون: این سم به صورت امولسیون، پودر وتابل، و مخلوط با بایگون به صورت آئروسول به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: مقدار کشندگی ۵۰ درصد آن برای موش صحرایی از راه دهان ۵۰۰ میلی گرم و از طریق پوست بیش از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. روی پوست خرگوش حساسیت ایجاد می کند. سطح بی زیان آن برای موش صحرایی ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم است. حد مجاز (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. برای مرغ ۵۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم و غلظت کشندگی آن برای ٩٦ ساعت برای ماهی قزل آلا ۰/۰۰۳۲ میلی گرم در لیتر و برای ماهی کارپ ۰/۰۲۲ میلی گرم در هر لیتر آب است.

۱۴- سیکلوپروترین (cycloprothrin)

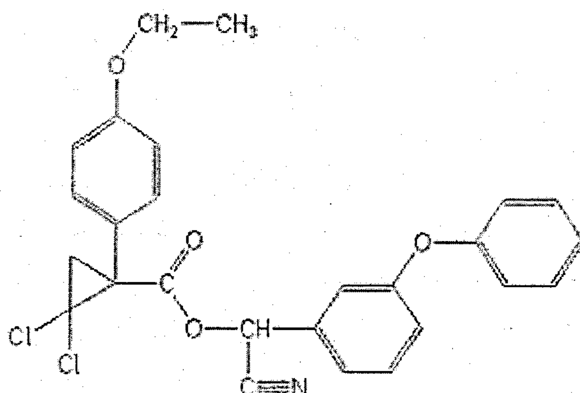
نام تجارتی: سایکلوسال

فرمول مولکولی: $C_{26}H_{21}DL_2NO_4$

نام شیمیایی:

(*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl(*RS*)-2,2-dichloro-1-(4-ethoxyphenyl)cyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط کارخانه نیپون کایاکو در سال ۱۹۸۷ ساخته و به بازار عرضه شده است. شکل خالص آن به صورت مایع غلیظ می باشد. دارای وزن مولکولی ٤٨٢/٤، نقطه جوش ۱۴۰-۱۴۵ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۰۰۱ میلیمتر جیوه و فشار بخار ۲۱۳۰ نانوپاسکال در ۲۰ درجه سانتیگراد است. در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به میزان ۰/۰۹۱ میلی گرم در لیتر آب حل می شود ولی در بسیاری از حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. این سم در برابر حرارت مقاوم است، به طوری که پایداری خود را تا دمای بیش از ۱۹۰ درجه سانتیگراد حفظ می کند.

نحوه تأثیر: این سم سیستمیک نبوده و اثر تماسی ـ گوارشی دارد.

موارد مصرف: این سم برای مبارزه با آفات برنج توصیه شده است.

فرمولاسیون: در بازار به صورت گرانول ۲ درصد عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: حداقل دز کشنده ۵۰ درصد آن برای موش صحرایی از راه دهان بیش از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و از طریق پوست بیش از ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. خاصیت ناهنجارزایی و سرطانزایی ندارد. غلظت کشندگی ۵۰ درصد آن در مدت ۴۸ ساعت برای ماهی کارپ ۵۰ میلی گرم و برای ماهی قزل آلا ۱/۵۷ میلی گرم در لیتر است. برای حشرات گرده افشان به ویژه زنبور عسل سمی می باشد.

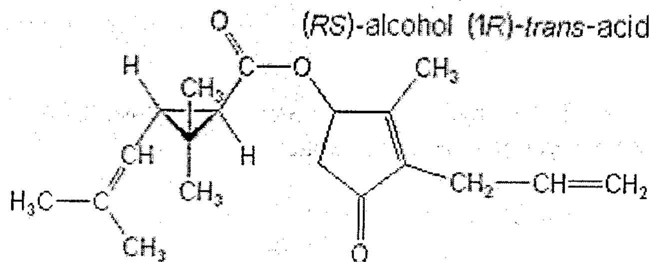
۱۵- بیوآلترین (bioallethrin)

نام تجارتی: اسبیول، اسبیوترین

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{26}O_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1*R*,3*R*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate



مشخصات: این سم که در سال ۱۹۶۷ توسط هاست و همکاران کشف و معرفی گردیده، در سال ۱۹٦۷ توسط کارخانه روسل اوکلاف سنتز و به بازار عرضه شده است. این سم در فهرست سموم مجاز ایران به ثبت رسیده است. فرم خالص آن به صورت مایع زرد رنگ می باشد. دارای وزن مولکولی ۳۰۲/٤، نقطه جوش ١٦٥-١٦٧ درجه سانتیگراد، فشار بخار۱۲ میلی پاسکال در ۲۰ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/۰۰۹ در ۲۰ درجه سانتیگراد است. اگر این سم در معرض پرتو فرابنفش قرار گیرد ناپایدار و تجزیه می شود. نوع دی ـ ترانس آن در دمای ٦٥/٦ درجه سانتیگراد شعله ور می شود. عملاً در آب نا محلول بوده، ولی در هگزان، زایلن و متانول به طور کامل حل می گردد. باقیمانده مجاز آن پس از دوره کارنس در یک دوره ۹۰ روزه برای موش صحرایی ۷۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم غذا اندازه گیری شده است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک و تماسی با اثر ضربه ای است که دوام زیادی ندارد.

میزان مصرف: معمولاً با مواد سینرژیک و سایر حشره کش ها جهت مصارف خانگی به صورت قرص هایی که روی اجاق الکتریکی قرار می گیرند و نیز به صورت اسپری و اسپری روغنی استفاده می گردد.

موارد مصرف: برای مبارزه با حشرات خانگی مثل سوسریها، مگسها و پشه ها به کار می رود.

فرمولاسیون: این سم به صورت تکنیکال، آئروسول و روغنی عرضه شده و علاوه بر این، به صورت مخلوط با حشره کشهای دیگر نظیر پرمترین و رسیمترین نیز به فروش می رسد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از راه دهان برای موش صحرایی ۷۰۹ و از راه پوست برای خرگوش بیش از ۳۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۲۰۲۰-۲۶۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۰/۰۰۹۴ میلی گرم در لیتر برای ماهیها است. باقی مانده مجاز آن پس از دوره کارنس در یک دوره ۹۰ روزه برای موش صحرایی ۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم غذا اندازه گیری شده است.

۱۶- بای فنیترین (bifenthrin)

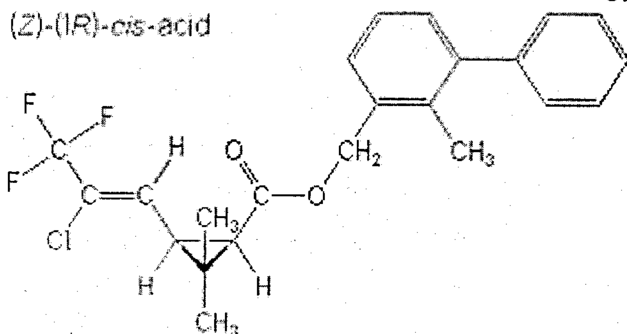
نام تجارتی: بریگاد و تالستار

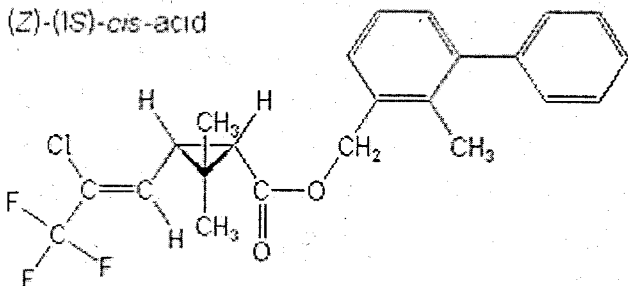
فرمول مولکولی: $C_{22}H_{22}CLF_3O_2$

نام شیمیایی:

2-methylbiphenyl-3-ylmethyl (*Z*)-(1*RS*,3*RS*)-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختمان شیمیایی:





مشخصات: این سم در سال ۱۹۸٤ توسط کارخانه اف. ام. سی ساخته و به بازار عرضه شده است. شکل خالص آن به صورت جامد می باشد. دارای وزن مولکولی ٤۲۲/۹، نقطه ذوب ٦/۷۰-٦۸ درجه سانتیگراد، فشار بخار ۰/۰۲٤ میلی پاسکال در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/۲۱ در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است. ماده تکنیکال آن در ۲۵ درجه سانتیگراد بیش از یکسال دوام دارد. نیمه عمر آن در برابر نور معمولی ۲۵۵ روز و در خاک ٦۵ تا ۱۲۵ روز می باشد. مقدار مجاز باقیمانده این سم در موقع مصرف با غذا برای سگها ۱/۵ میلی گرم در روز است.

میزان مصرف: برای مبارزه با شته ها و دو بالان به میزان ۱۰۰ گرم ماده خالص در هکتار مصرف می شود.

موارد مصرف: این سم روی بسیاری از حشرات مخصوصاً سخت بالپوشان، زنجرکها، سنها و بالپولکداران مؤثر است.

فرمولاسیون: این سم به صورت مایع امولسیون شونده ۱۰ درصد، محلول ۸٪ و پودر وتابل ۱۰٪ به بازار عرضه شده است. به علاوه، مخلوط آن به میزان ٤٠ گرم با ۲۰۰ گرم کلوفن ترین به نام توران و مخلوط با آمیتراز به نام زیپاک نیز در بازار موجود می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: میزان کشندگی ۵۰ درصد آن از راه دهان برای موش صحرایی ٥٤/٥ میلی گرم تکنیکال و از طریق پوست برای خرگوش بیش از ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تعیین شده است. مقدار مجاز باقی مانده این سم مخلوط با غذا برای سگها ۱/۵ میلی گرم بر کیلو گرم در روز می باشد.

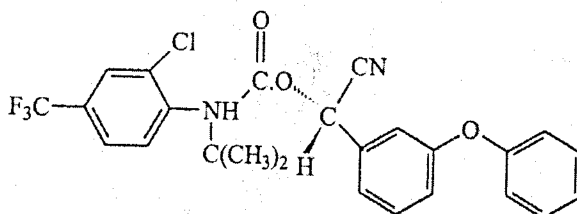
۱۷- فلووانیلیت (fluvanilate)

نام تجارتی: Apistan

فرمول مولکولی: C26H22ClF3N2O3

نام شیمیایی: (RS) *α-cyano* 3-phenoxybenzylN-(2-chloro-α,α,α-trifluoro-p-tolyl)-D-vanilate

ساختار شیمیایی:



فلووالینیت حشره کش و کنه کشی با خاصیت تماسی است که برای کنترل بسیاری از حشرات و کنه ها روی گیاهان زراعی، زینتی و درختان میوه به کار می رود. به سبب اینکه سمیت آن برای زنبور عسل کم است، لذا کاربرد عمده ای در مبارزه با کنه واروآ در کندوهای زنبور عسل دارد. سمیت این ترکیب از راه گوارشی برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} آن برای موش صحرایی ۲۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

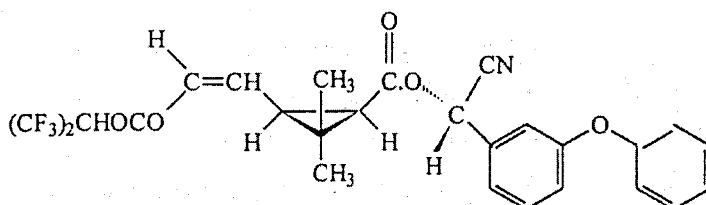
۱۸- آکریناترین (acrinatrin)

نام تجارتی: Rufast

فرمول مولکولی: C26H21F6NO5

نام شیمیایی: (S) *α-cyano* 3-phenoxybenzyl (Z)- (IR,3S)-2,2-dimethyl-3-(2-(2,2,2-trifluoro-1-trifluoromethylethoxycarbonyl)vinyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



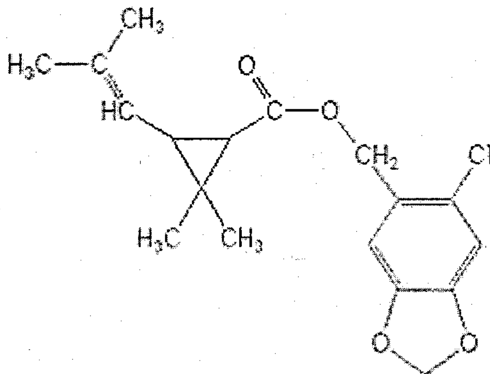
از دیگر سموم پیروتروئید می توان به سمومی نظیر بارترین، بیواتانومترین، سایکلترین، سی فنوترین، دیمفلوترین، دیمترین، امپنترین، فن فلوترین، فن پریترین، اسفنوالریت، فلوسایترینایت، فورترین، ایمیپروترین، متوفلوترین، فنوترین، پرالترین، پروفلوترین، پایرسمترین، تفلوترین، ترالترین، ترالومترین و ترانسفلوترین اشاره نمود.

۱۹- بارترین (barthrin)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{21}ClO_4$

نام شیمیایی: (6-chloro-1,3-benzodioxol-5-yl)methyl chrysanthemate

ساختار شیمیایی:



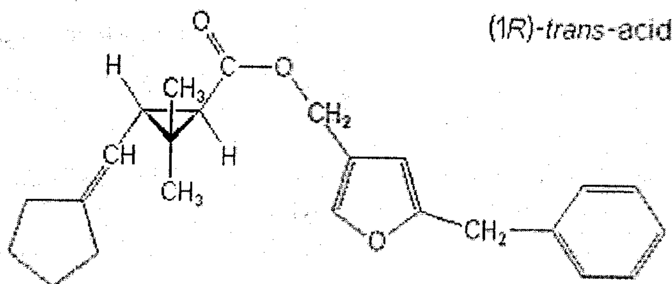
۲۰- بیواتانومترین

فرمول مولکولی: $C_{24}H_{26}O_3$

نام شیمیایی:

5-benzyl-3-furylmethyl (1*R*,3*R*)-3-cyclopentylidenemethy-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



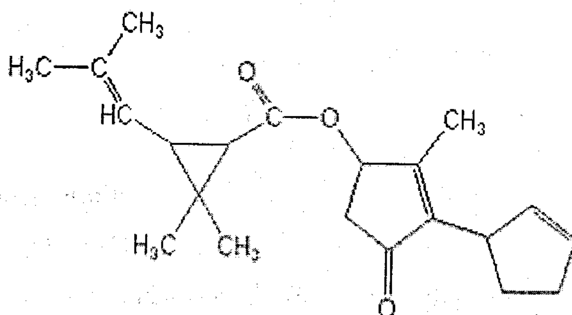
۲۱- سیکلترین (cyclethrin)

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{28}O_3$

نام شیمیایی:

3-cyclopent-2-en-1-yl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-en-1-yl chrysanthemate

ساختار شیمیایی:

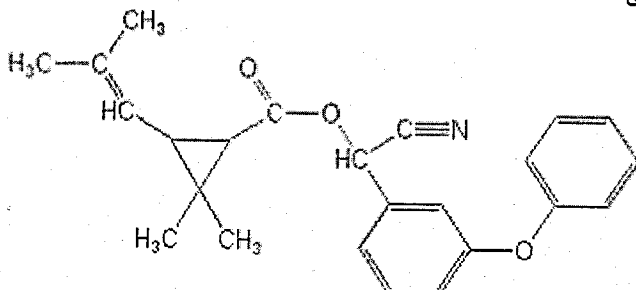


۲۲- سی فنوترین

فرمول مولکولی: $C_{24}H_{25}NO_3$

نام شیمیایی: (±)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (±)-*cis-trans*-chrysanthemate

ساختار شیمیایی:



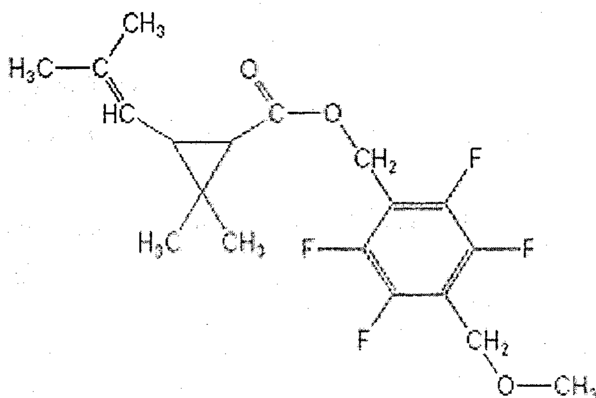
۲۳- دیمفلوترین (**dimefluthrin**)

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{22}F_4O_3$

نام شیمیایی:

2,3,5,6-tetrafluoro-4-(methoxymethyl)benzyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

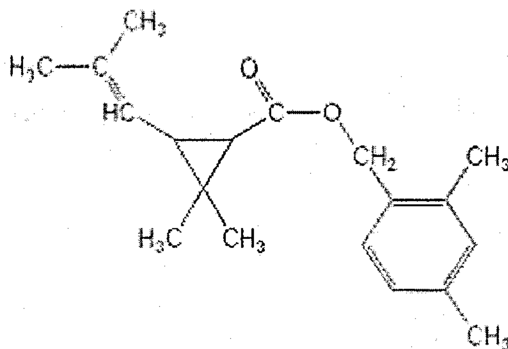


۲۴- دیمترین (**dimethrin**)

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{26}O_2$

نام شیمیایی: 2,4-dimethylbenzyl (±)-*cis,trans*-chrysanthemate

ساختار شیمیایی:



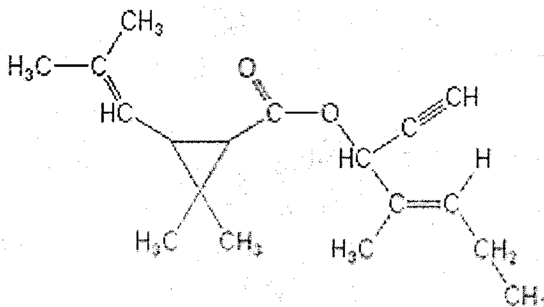
۲۵- امپنترین (**empenthrin**)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{26}O_2$

نام شیمیایی:

(*E*)-(*RS*)-1-ethynyl-2-methylpent-2-enyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



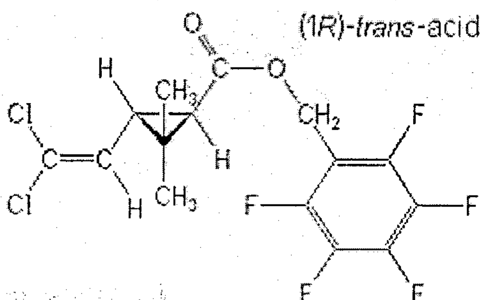
۲۶- فن فلوترین (**fenfluthrin**)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{11}Cl_2F_5O_2$

نام شیمیایی:

2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl (1*R*,3*S*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



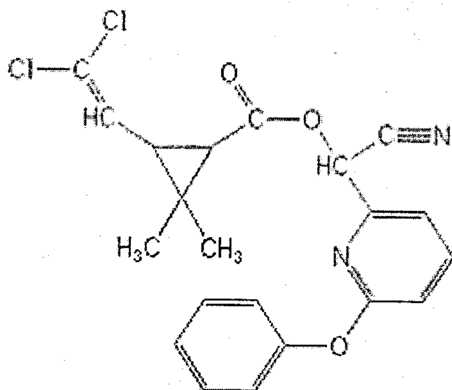
۲۷- فن پیریترین (**fenpirithrin**)

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{18}Cl_2N_2O_3$

نام شیمیایی:

(*RS*)-cyano(6-phenoxy-2-pyridyl)methyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

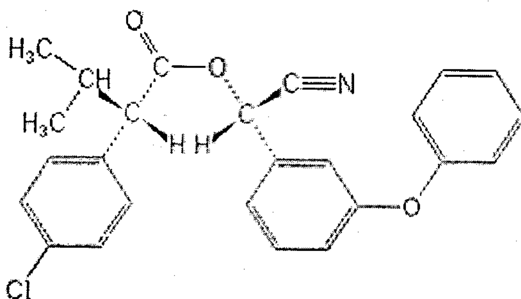


۲۸- اسفنوالریت (esfenvalerate)

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{22}ClNO_3$

نام شیمیایی: (*S*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (*S*)-2-(4-chloropheny l)-3-methylbutyrate

ساختار شیمیایی:

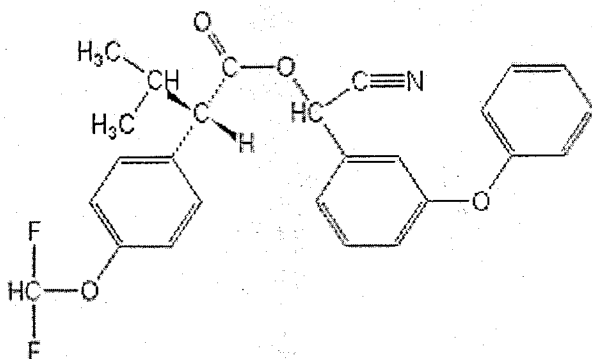


۲۹- فلوسیترینات (flucythrinate)

فرمول مولکولی: $C_{26}H_{23}F_2NO_4$

نام شیمیایی: (*RS*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (*S*)-2-(4-difluoromethoxyphenyl)-3-methylbutyrate

ساختار شیمیایی:

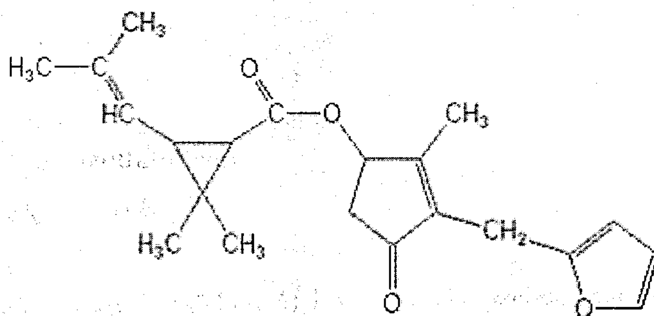


۳۰- فورترین (furethrin)

فرمول مولکولی: $C_{21}H_{26}O_4$

نام شیمیایی: 3-furfuryl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (±)-*cis-trans*-chrysanthemate

ساختار شیمیایی:



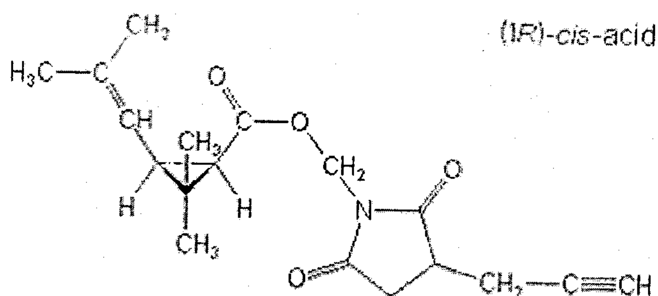
۳۱- ایمیپروترین (imiprothrin)

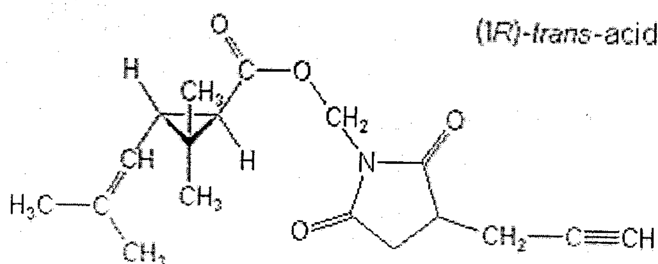
فرمول مولکولی: $C_{21}H_{26}O_4$

نام شیمیایی:

mixture of 20% 2,5-dioxo-3-prop-2-ynylimidazolidin-1-ylmethyl (1*R*,3*S*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate and 80% 2,5-dioxo-3-prop-2-ynylimidazolidin-1-ylmethyl (1*R*,3*R*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:





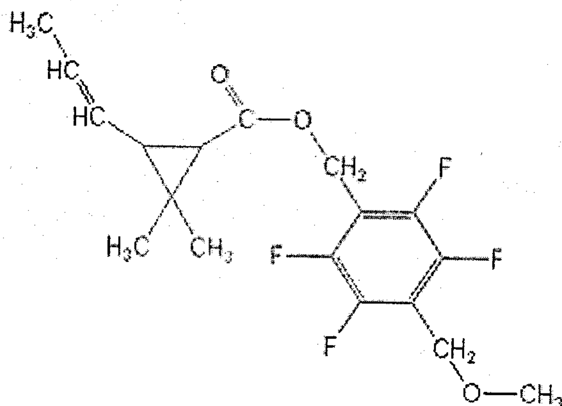
۳۲- متوفلوترین (metofluthrin)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{20}F_4O_3$

نام شیمیایی:

2,3,5,6-tetrafluoro-4-(methoxymethyl)benzyl (*EZ*)-(1*RS*)-*cis-trans*-2,2-dimethyl-3-prop-1-enylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

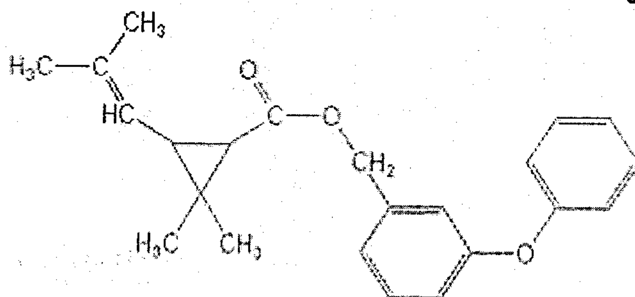


۳۳- فنوترین

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{26}O_3$

نام شیمیایی: 3-phenoxybenzyl (±)-*cis-trans*-chrysanthemate

ساختار شیمیایی:

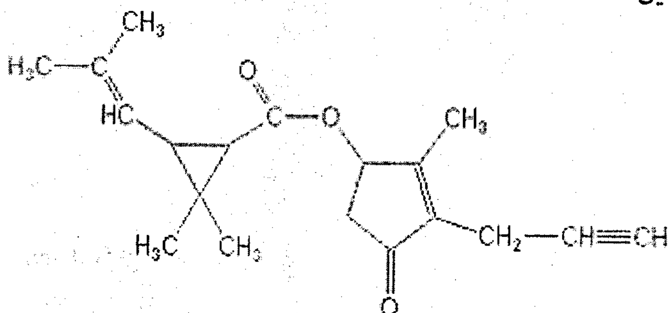


۳۴- پرالترین (**prallethrin**)

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{24}O_3$

نام شیمیایی:
(*RS*)-2-methyl-4-oxo-3-prop-2-ynylcyclopent-2-enyl (1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

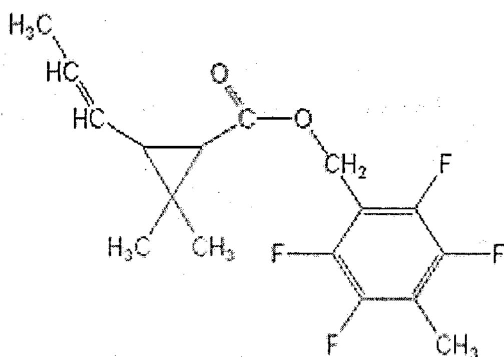


۳۵- پروفلوترین (**profluthrin**)

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{18}F_4O_2$

نام شیمیایی: 2,3,5,6-tetrafluoro-4-methylbenzyl (*EZ*)-(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-dimethyl-3-prop-1-enylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

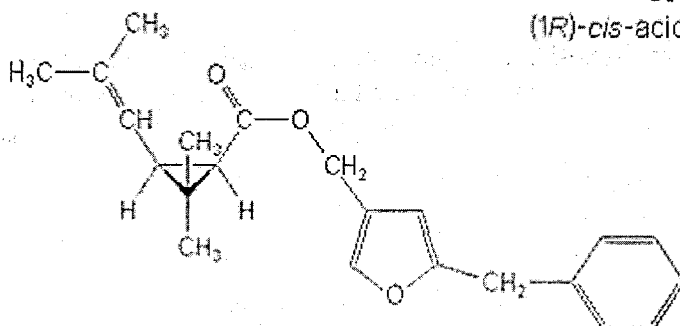


۳۶- سیسمترین (cismethrin)

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{26}O_3$

نام شیمیایی: 5-benzyl-3-furylmethyl (1*R*,3*S*)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



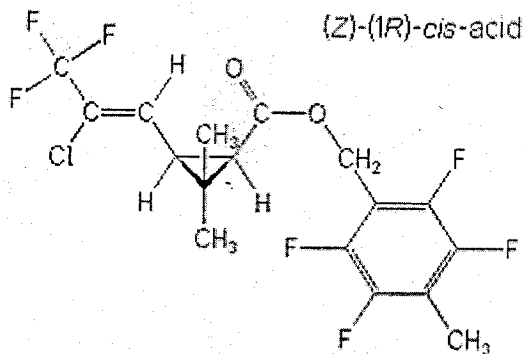
۳۷- تفلوترین (tefluthrin)

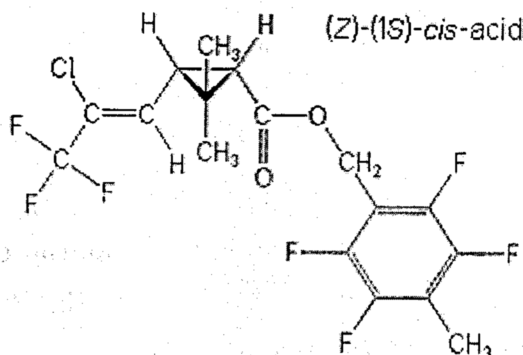
فرمول مولکولی: $C_{17}H_{14}ClF_7O_2$

نام شیمیایی:

2,3,5,6-tetrafluoro-4-methylbenzyl (*Z*)-(1*RS*)-*cis*-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:



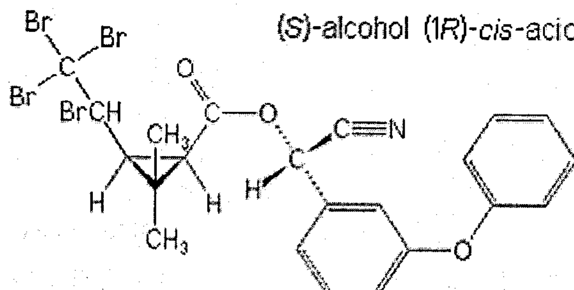


۳۸- ترالومترین (tralomethrin)

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{19}Br_4NO_3$

نام شیمیایی: (*S*)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1*R*,3*S*)-2,2-dimethyl-3-[(*RS*)-1,2,2,2-tetrabromoethyl]cyclopropanecarboxylate

ساختار شیمیایی:

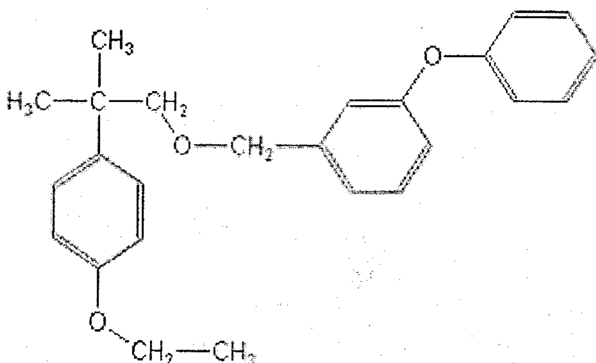


۳۹- اتوفنپروکس (etofenprox)

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{28}O_3$

نام شیمیایی: 2-(4-ethoxyphenyl)-2-methylpropyl 3-phenoxybenzyl ether

ساختار شیمیایی:

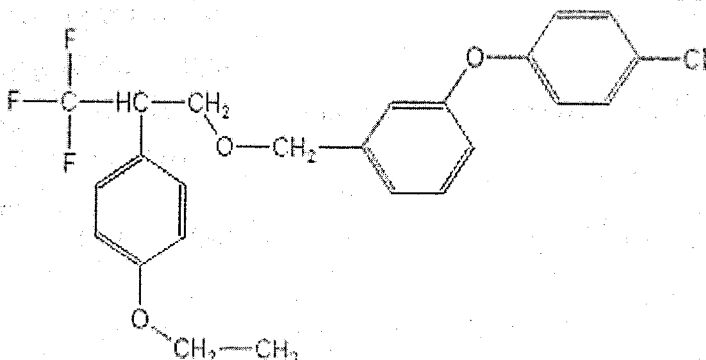


۴۰- فلوفنپروکس (flufenprox)

فرمول مولکولی: $C_{24}H_{22}ClF_3O_3$

نام شیمیایی: 3-(4-chlorophenoxy)benzyl (*RS*)-2-(4-ethoxyphenyl)-3,3,3-trifluoropropyl ether

ساختار شیمیایی:

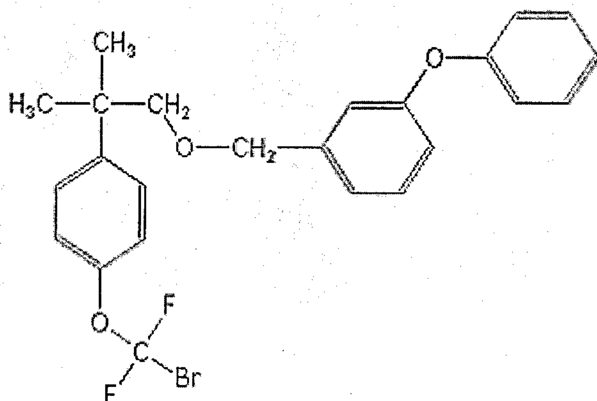


۴۱- هالفنپروکس (halfenprox)

فرمول مولکولی: $C_{24}H_{23}BrF_2O_3$

نام شیمیایی: 2-(4-bromodifluoromethoxyphenyl)-2-methylpropyl 3-phenoxybenzyl ether

ساختار شیمیایی:

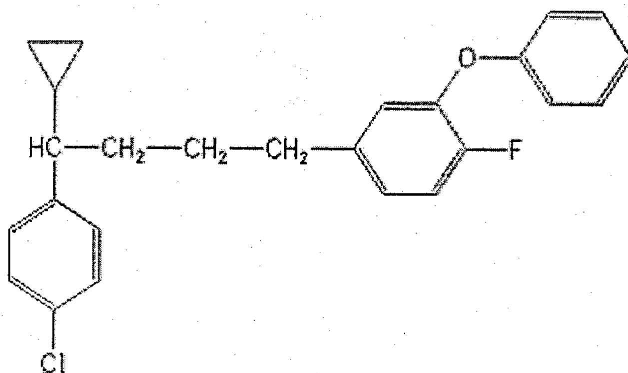


۴۲- پروتریفنبوت (protrifenbute)

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{24}ClFO$

نام شیمیایی: (*RS*)-5-[4-(4-chlorophenyl)-4-cyclopropylbutyl]-2-fluorophenyl phenyl ether

ساختار شیمیایی:

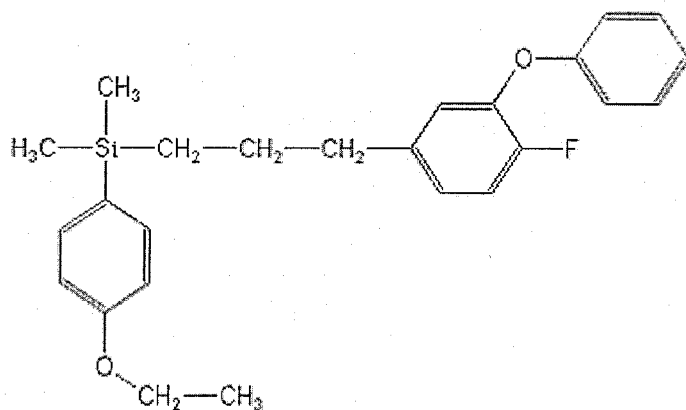


۴۳- سیلافلوفن (silafluofen)

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{29}FO_2Si$

نام شیمیایی: (4-ethoxyphenyl)[3-(4-fluoro-3-phenoxyphenyl)propyl](dimethyl)silane

ساختار شیمیایی:


CH3
H3C—Si—CH2—CH2—CH2
O
F
O
CH2—CH3

فصل هفتم

سموم کلره

حشره کشهای آلی کلره

خاصیت حشره کشی برخی از ترکیبات کلره در طی جنگ دوم جهانی بین سالهای ۱۹۳۹ تا ۱۹٤٥ کشف گردید. ابتدا از این ترکیبات به عنوان حشره کش استقبال خوبی شد، زیرا هزینه تولید آنها کم بود و علاوه بر این، اثر حشره کشی قاطعی داشتند؛ به طوری که طیف وسیعی از حشرات را تحت کنترل قرار می دادند. حشره کشهای کلره در دو دهه پس از جنگ جهانی دوم به طور وسیع برای کنترل آفات مورد استفاده قرار گرفتند. این ترکیبات برای انسان و حیوانات اهلی کم خطر بودند، ولی به دلیل پایداری در طبیعت و خطراتی که از جانب آنها متوجه محیط زیست بود تولید و مصرف آنها منسوخ گردید و در حال حاضر فقط در مواقع ضروری تحت نظر متخصصین فن از آنها استفاده می شود.

به طور کلی هیدروکربنهای کلره دارای خصوصیات زیر هستند:

۱- در ساختمان آنها اتمهای کربن، کلر، هیدروژن، گاهی اوقات اکسیژن و تعدادی اتصالات C-Cl وجود دارد.

۲- دارای زنجیره های کربنی حلقوی یا بنزن هستند.

۳- غیر قطبی و چربی دوست می باشند.

٤- در محیط طبیعی پایدار هستند.

این ترکیبات دارای فرمول عمومی $C_xH_yCl_z$ بوده و برخی از آنها ترکیبات علاوه بر اتمهای کربن، هیدروژن و کلر، دارای اتمهای اکسیژن (O) و گوگرد (S) نیز می باشند.

ترکیبات کلره آلی که در دفع آفات به کار رفته اند از لحاظ ساختار شیمیایی به گروههای زیر تقسیم بندی می شوند:

۱- د.د.ت و آنالوگهای آن.

۲- هگزاکلروسیکلوهگزان و ایزومرهای آن.

۳- ترکیبات سیکلودین.

۴- ترکیبات پلی کلروترپن.

الف- د.د.ت و آنالوگهای آن

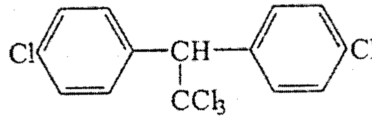
۱- د.د.ت (D.D.T)

نام تجارتی: Hildit

فرمول مولکولی: $C_{14}H_9Cl_5$

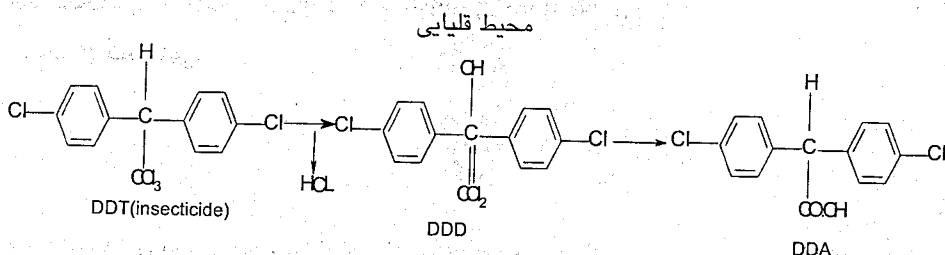
نام شیمیایی: 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم مهمترین ترکیب گروه سموم کلره می باشد که اولین بار در سال ۱۸۷٤ توسط زیلر ساخته شد، ولی خاصیت حشره کشی آن به وسیله پال مولر سوئیسی در هنگام بررسی برای به دست آوردن یک حشره کش پایدار جهت مبارزه علیه بید لباس در سال ۱۹۳۹ کشف گردید و به خاطر این کشف مهم مولر در سال ۱۹٤۸ برنده جایزه نوبل شد. در دهه ۱۹۵۰ میزان تولید د.د.ت بالغ بر یک هزار تن در سال بود، ولی بعدها پس از مشخص شدن اثرات سوء جانبی این سم، تولید و مصرف آن در اکثر نقاط جهان ممنوع شد. د.د.ت صنعتی پودر مومی سفید یا کرم رنگی است که از ترکیب کلرال هیدراته و یا کلروبنزن در مجاورت اسید سولفوریک یا اسید کلروسولفوریک به دست می آید. د.د.ت خالص به صورت پودر کریستاله ای با نقطه ذوب ۱۰۹ درجه سانتیگراد است. فشار بخار آن نیز فوق العاده ناچیز بوده و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برابر $۱/۵ \times ۱۰^{-۷}$ میلی بار می باشد و این مسأله دلیل دوام فوق العاده زیاد این سم است. د.د.ت می تواند قدرت حشره کشی خود را در سطوح صاف تا ۱۸ ماه حفظ کند. فرم جامد آن در برابر نور خورشید و پرتو فرابنفش تجزیه نمی گردد. تقریباً در آب نامحلول است. این سم از طریق پوست بدن انسان جذب نمی شود مگر اینکه در حلالهای آلی حل شده باشد.

د.د.ت شبیه بعضی از حشره کشها همبستگی دمایی منفی دارد، یعنی با کاهش دمای محیط، خواص حشره کشی آن کاهش می یابد که به این حالت اصطلاحاً Negative Temperature Correlation می گویند. در انسان مسمومیت حاد کمتر تولید می کند و علائم مسمومیت با آن به طور کلی شامل گلو درد، تهوع، درد مفاصل، سر درد، لرزشهای خفیف و بروز زردی می باشد. این سم پادزهر اختصاصی ندارد ولی برای درمان آن می توان از باربیتوراتها استفاده کرد. د.د.ت دارای ایزومرهای مختلفی بوده و تقریباً ۱٤ ایزومر دارد که از نظر خاصیت حشره کشی با یکدیگر متفاوت هستند. د.د.ت در محیطهای قلیایی بی ثبات بوده و به یک ماده غیر سمی برای حشرات به نام DDE تبدیل می شود.



حلالیت د.د.ت در آب خیلی کم و در حدود 6 ppb است، بنابراین در برابر متابولیسم مقاوم بوده و به آسانی در بافتهای چربی ذخیره می شود. حلالیت در بافت چربی باعث شده که اگر به گاو علوفه آلوده به د.د.ت داده شود مقدار زیادی از آن در چربی شیر یافت می گردد. چون چربی در بدن ذخیره می شود، لذا چربی آلوده به د.د.ت در مسیر زنجیره غذایی وارد شده و ایجاد آلودگی می کند بنابراین د.د.ت از نظر زیست محیطی یک ترکیب نامناسب می باشد و به علت نشان دادن علائم سرطان زایی در موجودات آزمایشگاهی، مصرف و تولید آن ممنوع شده است.

نحوه تأثیر: این ترکیب یک حشره کش تماسی و گوارشی بوده و به آسانی از پوست بدن حشرات عبور می کند. محل تأثیر آن سیستم عصبی است و با عبور از غلاف سلولهای عصبی، و به هم ریختن موازنه یونهای سدیم و پتاسیم، انتقال پیام عصبی در آکسون را مختل می کند که این عمل انقباض ماهیچه ای و مرگ را به دنبال دارد.

موارد مصرف: د.د.ت روی انواع حشرات مؤثر بوده و در ایران بیشتر علیه آفات پنبه از جمله کرم غوزه و کرم سرخ مصرف شده است. این حشره کش سمیت چندانی روی کنه های گیاهخوار ندارد و مصرف آن اغلب طغیان کنه های گیاهخوار به ویژه کنه های تارتن را به دنبال داشته است. علاوه بر این، برخی از گیاهان نظیر کدوئیان به این حشره حساسند و مصرف این ترکیب سبب گیاهسوزی در آنها می شود.

سمیت روی سایر موجودات: د.د.ت سمی است که اصولاً از طریق تماسی برای انسان کم خطر می باشد، اما خطر مهم آن خاصیت تجمعی است که با ورود به زنجیره غذایی ایجاد می شود. LD_{50} آن در پستانداران ۱۱۳-۱۱۸ میلی گرم در کیلوگرم پوست بدن برای موش صحرایی می باشد. د.د.ت برای زنبور عسل آثار زیانباری دارد.

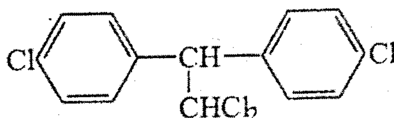
۲- TDE (DDD):

نام تجارتی: روتان یا تتراکلرواتان

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{10}Cl_4$

نام شیمیایی: 1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم از مهمترین آنالوگهای د.د.ت بوده و از احیاء آن به دست می آید و در گذشته برای کنترل انواع مختلفی از آفات مورد استفاده قرار می گرفته است.

موارد مصرف: این سم برای کنترل لارو مگس ها بهتر از د.د.ت عمل می نماید، ولی در مجموع خاصیت حشره کشی آن کمتر از د.د.ت می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: د.د.د برای مهره داران کم خطر بوده و سمیت آن حدود یک پنجم تا یک دهم د.د.ت می باشد. LD_{50} آن برای موش صحرایی ۳٤۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم است، در حالیکه LD_{50} د.د.ت برای موش صحرایی از طریق گوارشی برابر ۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. این سم روی غدد فوق کلیوی پستانداران اثرات فوق العاده ناگواری دارد.

به طور کلی در سموم کلره هر اندازه تعداد اتمهای کلر کمتر شود و جای آنها را گروه های هیدرواکسی یا متیل بگیرد سمیت آنها کاهش می یابد.

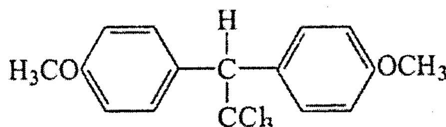
۳- متوکسی کلر یا DMDT

نام تجارتی: مارلیت

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{15}Cl_3O_2$

نام شیمیایی: 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-methoxyphenyl)ethane

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط شرکت کیکائید انترپ در سال ۱۹٤۵ سنتز و به بازار عرضه شده است. متوکسی کلر یکی از آنالوگهای مهم د.د.ت است. فرم خالص آن به شکل پودر سفید رنگ بوده و اثر آن در مقایسه با د.د.ت روی حشرات بیشتر و بر سایر جانوران کمتر است. وزن مولکولی آن ۳٤۵/۷ می باشد. خاصیت تجمعی این سم در بافت چربی و شیر از د.د.ت بسیار کمتر است. به طور کلی د.د.ت و مشتقات یا آنالوگهای آن به دلیل غیر قطبی بودن در چربی ها حل شده و تجمع

می یابند؛ از طرفی نیز در بافت چربی آنزیم لیپاز برای تجزیه آنها وجود ندارد و بدین لحاظ این سموم در چربی ذخیره می شوند. این سم پادزهر اختصاصی ندارد، ولی باربیتورات می تواند در این زمینه مؤثر باشد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی تماسی و گوارشی است.

موارد مصرف: این سم روی تعداد زیادی از آفات مختلف به جز شته ها تأثیردارد.

سمیت روی سایر موجودات: سمیت متوکسی کلر برای پستانداران یک بیست و پنجم تا یک پنجاهم د.د.ت است و LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارش برابر ۶۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن، برای پرندگان ۲۰۰۰-۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای ماهیها ۰/۰۲۵ میلی گرم بر لیتر می باشد و بدین ترتیب ملاحظه می شود که تقریباً غیر سمی است. در مقایسه با د.د.ت خاصیت تجمعی آن در بافت چربی بسیار ناچیز می باشد. این سم دارای اثر ابقایی طولانی و خطر کم برای انسان و جانوران خونگرم است.

متابولیسم د.د.ت

آزمایشات مختلف نشان داده است که این سم در بدن موجودات زنده به صورتهای زیر متابولیزه می شود:

۱- اکسیده شده و به کلتان تبدیل می شود.

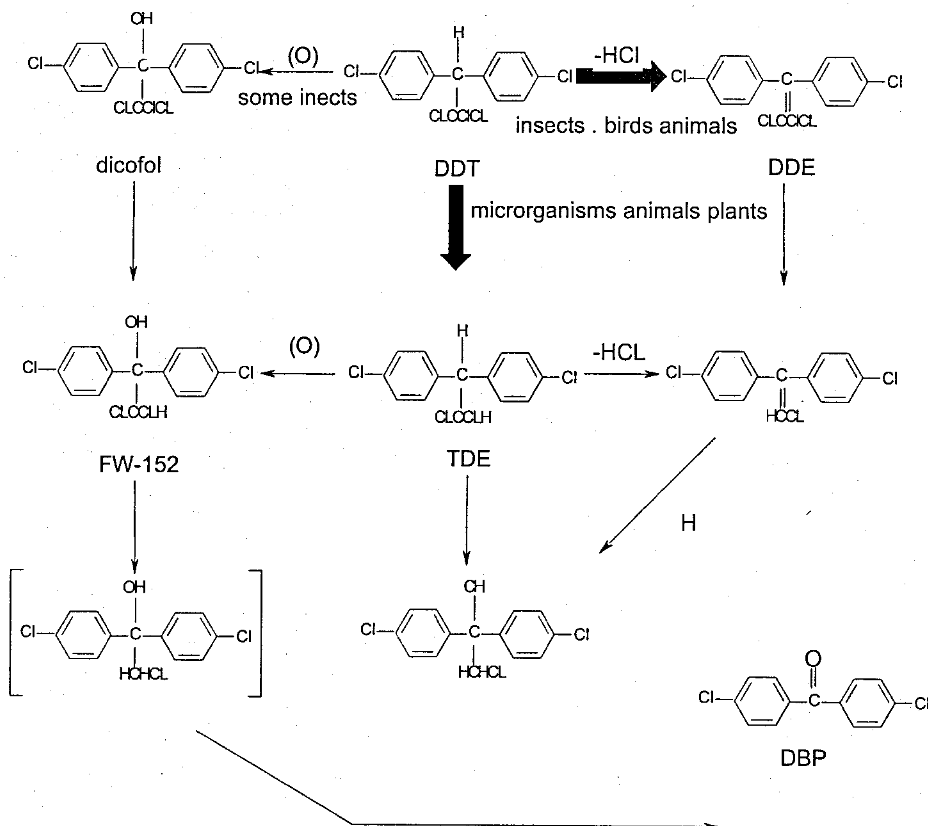
۲- اکسیده شده و به دی کلرو بنزوفنل تبدیل می گردد.

۳- اکسیده شده به د.د. آ تبدیل می شود.

۴- یک اتم کلر از دست داده و به د.د.د تبدیل می گردد.

۵- اسید کلریدریک از دست داده به د.د.یی تبدیل می شود.

د.د.آ مهمترین محصول متابولیزم د.د.ت است که در اکثر مهره داران غیر از انسان وجود دارد و از طریق ادرار قابل دفع می باشد. در حشرات و انسان مهمترین ماده حاصله DDE بوده و از لحاظ ایجاد مسمومیت بی اثر است؛ به عنوان مثال در بدن افرادی از مگس خانگی که در مقابل د.د.ت مقاوم شده باشند، مقدار زیادی د.د.یی یافت می شود. آنزیمی که این فعل و انفعالات شیمیایی در بدن را انجام می دهد به نام د.د.دی هیدروکلرینازمی باشد.



برای شکستن مقاومت و از بین بردن این آنزیم دارویی به نام وارف را به کار می برند. وارف مخفف Wisconsin Alumni Research Foundation است.

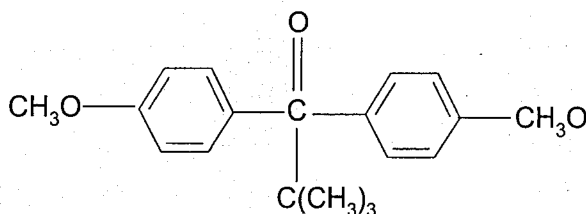
نحوه ایجاد مسمومیت به وسیله سموم کلره

۱– مسمومیت به وسیله د.د.ت و آنالوگهای آن برای پستانداران از طریق تماسی ناچیز است. در مورد حشرات شدت مسمومیت به طریقه مصرف بستگی دارد؛ مثلاً زنبور عسل به د.د.ت از طریق تماسی حساسیت کمتری دارد، اما اگر این ماده به داخل بدن آن تزریق شود فوق العاده حساسیت نشان می دهد. پستاندارانی نظیر انسان، خرگوش و موش خانگی به تزریق سم به داخل ورید فوق العاده حساس هستند؛ زیرا در این صورت، سم سریعتر وارد بدن شده و به منطقه عمل یا حساس بدن می رسد.

۲- آزمایشات مختلف نشان داده است که د.د.ت و آنالوگهای آن روی اعصاب اثر می گذارند و با گذشت نیم قرن از زمان کشف، مطالعه و تحقیق در مورد این سم، نظرات متفاوتی در مورد مکانیسم عمل آن در بدن وجود دارد.

تبیای و همکارانش در سال ۱۹٤۷ تئوری توکسین را ارائه کردند. آنها معتقد بودند که د.د.ت یک فاکتور فعال کننده عصبی در خون حشرات ایجاد می کند و این فاکتور باعث مسمومیت حشره می گردد. این محققین با آزمایشات خود نشان دادند که در خون سوسریهای مسموم شده از د.د.ت عاملی وجود دارد که اگر خون این سوسریها به بدن یک مگس سالم تزریق شود اثراتی نظیر مسمومیت از د.د.ت به وجود می آید، اما این اثر مربوط به د.د.ت نیست زیرا می توان آن را از بدن استخراج نمود.

۳- تئوری اسید کلریدریک: این تئوری یکی از قدیمی ترین تئوریها بوده و بیان می کند که یک مولکول اسید کلریدریک که از د.د.ت جدا می شود سبب مرگ می گردد؛ ولی این تئوری امروزه طرفدار زیادی ندارد و قابل قبول نمی باشد، چون برخی از مشتقات بدون کلر نظیر آنیزیل نئوپنتان دارای خاصیت حشره کشی می باشند.



٤- تأثیر روی سیستم آکسونی: آزمایشات زیادی نشان داده است که د.د.ت و آنالوگهای آن روی سیستم آکسونی اثر گذاشته و کار این سیستم را مختل می سازند. د.د.ت باعث افزایش ورود یونهای سدیم به داخل آکسون می شود و احتمال دارد که خروج یونهای پتاسیم از غشاء آکسون را نیز کاهش دهد. در واقع د.د.ت روی پمپ سدیم که یک سیستم انتقال فعال بوده و سدیم را از داخل به خارج می فرستد اثر شدیدی داشته و باعث از کار افتادن آن می شود.

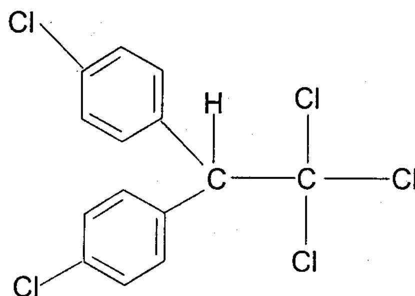
۵- مهار کننده آنزیمی: دانشمندان دریافته اند که د.د.ت تعدادی از آنزیمهایی را که انرژی خود را از ATP به دست می آورند و انتقال و حفظ یونها را در سلولهای عصبی به عهده دارند از بین برده و یا آنها را مهار می کند. مثال بارز در این مورد آنزیم کلسیم آتپاز است که مسئول تبادل یونهای کلسیم در داخل و خارج سلولهای عصبی می باشد. این آنزیم توسط د.د.ت مهار می شود و در نتیجه، اختلال و بی ثباتی در غشاء آکسون به وجود می آید.

- بنابراین به طور کلی د . د. ت و آنالوگهای آن به دو طریق روی انتقال آکسونی اثر می گذارند:

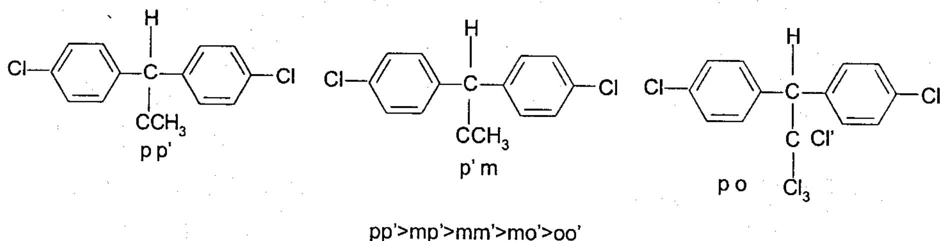
۱- در غیر فعال کردن مکانیسم مربوط به سدیم دخالت می کنند.
۲- روی آنزیمهای تبادلی یونهای مهمی نظیر کلسیم که انرژی خود را از ATP می گیرند اثر باز دارندگی دارند.

رابطه سمیت د.د.ت با ساختمان مولکولی

طبق نظر مولینز، د.د.ت به شکل منشور ۳ وجهی است که گروه تری کلرواتان در رأس و گروه های فنیل در دو انتهای آن قرار دارند.

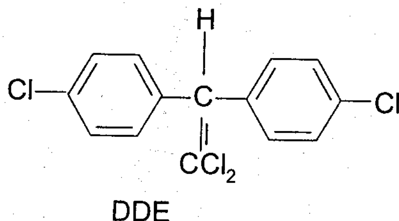


بر اساس این تئوری مولکولهای د.د.ت در فضای بین مولکولی مولکولهای لیپوپروتئین که غشاء سلولهای عصبی را می سازند قرار گرفته و با باز نگه داشتن شدن کانالهای سدیم، باعث ورود سدیم بیشتری به داخل سلول عصبی می شوند. علاوه بر این قابلیت چرخش دو گروه فنیل و گروه تری کلرو اتان در سمیت د.د.ت بی اندازه مؤثر است، به طوری که هر قدر قابلیت چرخش بیشتر باشد سمیت آن برای حشرات افزایش می یابد. قابلیت چرخش به قرار زیر است:



pp'>mp'>mm'>mo'>oo'

به علاوه، وجود بند های مضاعف روی کربن متصل به گروه فنیل باعث می شود تا مولکول خاصیت حشره کشی نداشته باشد. به عنوان مثال د.د.ی فاقد خاصیت حشره کشی است.



متابولیتهای د.د.ت

مهمترین متابولیت د.د.ت در حشرات و انسان د.د.ی است که خاصیت حشره کشی ندارد. تجزیه د.د.ت به د.د.ی را متابولیسم اصلی د.د.ت می نامند. حشرات مقاوم به د.د.ت قادرند این سم را توسط آنزیمی به نام د.د.ت دهیدروکلروزیناز به د.د.ی که ماده ای غیر سمی است تبدیل نمایند. برای از بین بردن مگسها و پشه های مقاوم به د.د.ت دارویی به نام واروف ساخته شده است. این ماده قادر است آنزیم د.د.ت دهیدروکلروزیناز را از بین برده و در نتیجه سبب تشدید خاصیت سمی د.د.ت می شود؛ این موضوع در رابطه با پشه های مقاوم به اثبات رسیده است.

ظهور پدیده مقاومت در حشرات در مزرعه

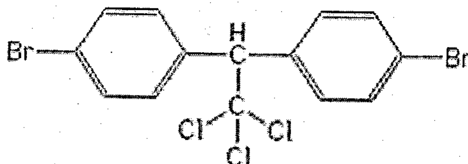
اولین بار در آمریکا ۵ سال پس از مصرف د.د.ت در سال ۱۹۵۱ کرم سیب از خود مقاومت نشان داد و پس از آن در سایر کشورها نظیراسترلیا (۱۹۵٦)، آفریقای جنوبی (۱۹۵٦)، کانادا (۱۹۵۸)، و کشورهای منطقه دریایی مدیترانه (۱۹٦٦) نیز بروز مقاومت در این آفت را گزارش نمودند.

برومو ـ د.د.ت (bromo-DDT)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_9Br_2Cl_3$

نام شیمیایی: 2,2-bis(4-bromophenyl)-1,1,1-trichloroethane

ساختار شیمیایی:

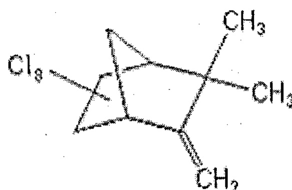


کامفی کلر (camphechlor)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{10}Cl_8$

نام شیمیایی: reaction mixture of chlorinated camphenes containing 67–69% chlorine

ساختار شیمیایی:

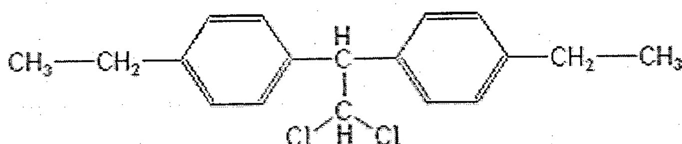


اتیل ـ د.د.د (ethyl-DDD)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{20}Cl_2$

نام شیمیایی: 1,1-dichloro-2,2-bis(4-ethylphenyl)ethane

ساختار شیمیایی:

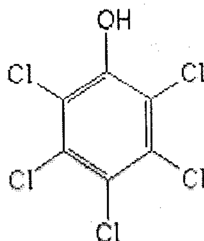


پنتاکلروفنل (pentachlorophenol)

فرمول مولکولی: C_6HCl_5O

نام شیمیایی: pentachlorophenol

ساختار شیمیایی:



ب- ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان (HCH) یا گامکسان

نام قبلی این ترکیب BHC یا بنزن هگزاکلراید بود. این سم از کلرینه کردن بنزن تحت تأثیر پرتو فرا بنفش به دست می آید. HCH در سال ۱۸۲۵ ساخته شد و اثر حشره کشی ٤ ایزومر آن

در سال ۱۹۱۲ شناسایی گردید. در سال ۱۹٤۰ دو گروه از حشره شناسان فرانسوی و انگلیسی به خاصیت حشره کشی آن پی بردند. گروه انگلیسی ایزومر γ را که خاصیت حشره کشی بیشتری داشت کشف نمود و به افتخار وندر لیندین، آن را لیندین نامید. HCH دارای ایزومرهای α (٦۵ تا ۷۰ درصد)، β (۵-۶ درصد)، γ (٦ درصد) و ε (۶ درصد) می باشد که در حالت کلی در برابر نور، دماهای زیاد، آب داغ و اسیدها پایداری زیادی دارند، ولی در محیطهای قلیایی کلر خود را از دست می دهند.

لیندین (lindane)

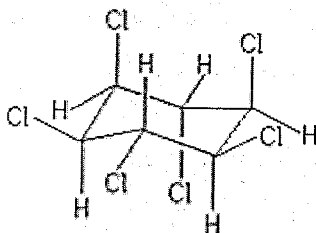
نامهای تجارتی: لیندامول، لیندافور، گامالین، گالوگاما، اگزاگاما، لینداگرانوکس، گامکسان، اینکسایت.

فرمول مولکولی: $C_6H_6Cl_6$

نام شیمیایی: 1α,2α,3β,4α,5α,6β-hexachlorocyclohexane

نحوه تأثیر: این حشره کش دارای خاصیت تماسی، گوارشی و تدخینی می باشد.

موارد مصرف: این سم علیه کرم ساقه خوار برنج در خزانه، ملخها، آفات نخیلات، کرم سفید ریشه، آگروتیس، آفات جالیز و انباری استفاده می شود.



مشخصات: لیندین نسبت به سایر سموم کلره خاصیت تجمعی نداشته و دارای اثر حشره کشی فوق العاده زیادی می باشد. همچنین بر خلاف گامکسان بوی نامطبوعی تولید نمی کند. در سال ۱۸۲۵ مایکل فاراده این ترکیب را ساخته و نام آن را بنزن هگزاکلراید BHC گذاشت. تاکنون ۱۵ ایزومر مختلف از این سم شناخته شده که مهمترین آنها آلفا (α)، بتا (β)، گاما (γ)، دلتا (δ) و اپسیلون (ε) است. ایزومرهای مختلف از نظر نقطه ذوب، قابلیت حل شدن در حلالهای آلی و خاصیت حشره کشی با هم فرق دارند. مثلاً خاصیت حشره کشی ایزومر گاما حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر سایر ایزومرها است. به طور کلی سمومی که فشار بخار زیادی داشته باشند جزء سموم تدخینی یا تنفسی محسوب می شوند. نوع تجاری گامکسان که دارای ۱۰-۱۲ درصد ایزومر گاما است دارای بوی نامطبوعی می باشد. لذا این سم فقط روی گیاهانی که مصرف مستقیم در تغذیه انسان و دام ندارند قابل مصرف است. حلقه سیکلوهگزان دارای دو فرم قایقی و صندلی می باشد

که فرم صندلی معمولترین فرم بوده و ثبات بیشتری دارد. به دلیل اینکه این سم دارای خاصیت تجمعی و همچنین باقی مانده بر روی محصولات زراعی است، لذا باید از سمپاشی آن روی محصولات کشاورزی خودداری شده و فقط به عنوان سمپاشی روی خاک و ضدعفونی بذور و طعمه مسموم برای کنترل جوندگان مصرف گردد.

مقدار مصرف: این سم در غلات به صورت طعمه مسموم به مقدار ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم مصرف می گردد. برای سبزی و جالیز اختلاط سم با بذر به نسبت ۱٪ تا ۲٪، برای درختان میوه سردسیر محلول پاشی به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار، برای سویا و ذرت ۵۰ تا ۸۰ کیلوگرم طعمه ٤٪ و برای محصولات انباری ۲ تا ۱۰ در هزار بر حسب نوع بذر توصیه می گردد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۸۸-۲۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن، برای پرندگان ۱۲۰-۱۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای ماهیها ۰/۱۶-۰/۳ میلی گرم بر لیتر می باشد.

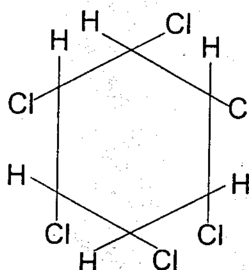
طرز عمل لیندین

این سم روی سیستم عصبی اثر می گذارد. ماتسومارا در سال ۱۹۸۳ پیشنهاد کرد که اثر سمی لیندین روی سلسله اعصاب، ناشی از قدرت و تقلید آن از طرز عمل مولکول پیکروتاکسنین (تحریک کننده عصبی) است. آن همانند یک مهار کننده قوی عمل GABA (گاما آمینوبوتیریک اسید) که یک ماده ضد تحریک است عمل می نماید. این نظریه تاکنون رد نشده است. مولینز در سال ۱۹۵۵ گزارش نمود که از ایزومرهای مختلف HCH فقط ایزومر گاما یا لیندین محرک بسیار قوی عصبی است. این محقق ابعاد ایزومرهای مختلف HCH را اندازه گیری نموده و به این نتیجه رسید که تنها ایزومر گاما می تواند در فضا و کانالهای فرضی موجود بین مولکولهای لیپوپروتئین غشاء سلولهای عصبی قرار گرفته و تبادل یونی را مختل نماید. فرضیات مولینز نیز تاکنون رد نشده است. سمیت HCH صنعتی یا گامگسان برای انسان و دام به مراتب کمتر از د.د.ت و آنالوگهای آن بوده و LD_{50} آن به طور متوسط برای پستانداران تقریباً ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. در موش صحرایی LD_{50} از راه گوارشی برای ایزومر گاما ۱۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم، ایزومر آلفا برابر ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ایزومر دلتا ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای ایزومر بتا ۹۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

متابولیسم لیندین

آزمایشات متعدد نشان داده که میکروزومهای کبد که محل ساخته شدن ترکیبات پروتئینی و غنی از RNA می باشند، مهمترین اندامی هستند که عمل متابولیسم لیندین را به عهده دارند. مواد سمی که وارد بدن می شوند، از طریق اکسیداسیون و هیدرولیز توسط میکروزومها قطبی تر می

شوند و چون کلیه مواد قطبی را سریعاً جذب و دفع می کند، بنابراین میکروزمها جزء شبکه دفاعی بدن محسوب می شوند. آزمایشات مختلف نشان داده که لیندین با از دست دادن یک مولکول اسید کلریدریک به پنتاکلروسیکلوهگزان تبدیل شده و این ترکیب به سرعت از بدن دفع می شود. دلیل این مدعا حشراتی است که تحت تأثیر لیندین قرار گرفته بودند، اما باقی مانده پنتاکلروسیکلوهگزان در بافتهای بدن آنها نبوده است. مشخص شده آنزیمهایی که روی لیندین فعالیت دارند شبیه آنزیمهایی هستند که روی د.د.ت مؤثرند و لذا با داروی ضد مقاومت واروف بلوکه می شوند.



نحوه درمان مسمومیت های ناشی از مصرف د.د. ت و لیندین

سموم کلره پادزهر اختصاصی ندارند و بهترین دارویی که در حال حاضر برای درمان سموم فوق توصیه می شود باربیتورآتها نظیر فنوباربیتال و پنتوباربیتال هستند که خاصیت آرام بخشی دارند. به علاوه تا رسیدن پزشک نیز می توان معده را به وسیله نمکهای مسهل و قی آور شستشو داد.

ج- حشره کشهای سیکلودین

این ترکیبات که بعد از جنگ جهانی دوم ساخته شدند، تحت عنوان ترکیبات آلی کلره سیکلودین نیز نامیده می شوند. هفت ترکیب از این سموم به ترتیب آلدرین و دیلدرین در سالهای ۱۹٤۸، هپتاکلر در سال ۱۹٤۹، اندرین در سال ۱۹۵۱، میرکس در سال ۱۹۵٤، آندوسولفان در سال ۱۹۵٦ و کلردان در سال ۱۹۵۸ به بازار عرضه شدند. این سموم بسیار با دوام هستند؛ مثلاً در مبارزه با موریانه ها، چوبهای آغشته به اندزین تا ٤٠ سال پس از سمپاشی خاصیت سمی خود را حفظ می کنند. این ترکیبات دارای ساختمان حلقوی و دو باند مضاعف بوده و در روی حشرات و پستانداران سمیت یکسانی دارند. با این حال، سمیت آنها در روی پستانداران مختلف متفاوت می باشد ولی در مورد حشرات تفاوت زیادی با هم ندارند. ماهیها به شدت به این سموم حساس هستند. این سموم دارای ساختمان سه بعدی بوده و ایزومرهای نوری دارند. در بین این ترکیبات آلدرین و کلردان بیشترین مصرف را داشته اند. این سموم روی محیط زیست اثرات نامطلوبی

دارند و از طریق تماسی و گوارشی ایجاد مسمومیت می کنند. ترکیبات سیکلودین شامل سموم هیدروکربنه حلقوی بوده و همگی دارای حلقه بنزنی هستند که به شدت کلره شده اند.

۱- آلدرین (aldrin)

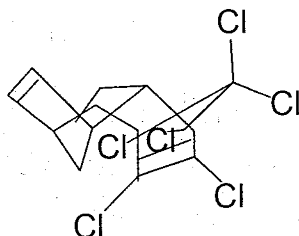
نام تجارتی: اوکتالن

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_6$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,4a*S*,5*S*,8*R*,8a*R*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹٤۸ توسط شرکت شل سنتز و به بازار عرضه شد. آلدرین خالص، به صورت کریستالهای جامد سفید رنگی است که در آب* نامحلول بوده ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. آلدرین صنعتی به رنگ قهوه ای است. این سم در مجاورت مواد قلیایی و اسیدی نسبتاً با ثبات است. در بافتهای گیاهی و جانوری و در خاک سریعاً تبدیل به دی آلدرین می شود. دارای نقطه ذوب ۱۰٤ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۱٤۷ درجه سانتیگراد در فشار ۲/۷ میلی بار و فشار بخار ۳۸×۱۰^{-۵} میلی بار در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد است. آلدرین از سال ۱۹۸٤ به بعد دیگر تولید و مصرف نمی شود.

نحوه تأثیر: آلدرین از طریق تماسی، گوارشی و تنفسی باعث مسمومیت می گردد.

موارد مصرف: برای دفع ملخ به صورت محلول پاشی و یا طعمه مسموم مصرف می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۵۵-۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۲- دی آلدرین (dieldrin)

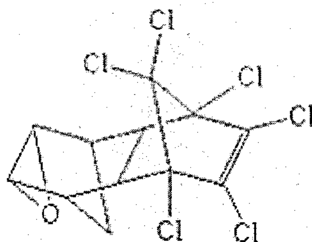
نام تجارتی: دیلدرکس، اوکتالوکس

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_6O$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,4a*S*,5*R*,6*R*,7*S*,8*S*,8a*R*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: دی آلدرین به صورت بلورهای بی رنگی می باشد که در سالهای ۱۹٤۹ توسط شرکت شل ساخته و به بازار عرضه شده است. دی آلدرین، اپوکسی آلدرین بوده و از اکسید شدن آلدرین به دست می آید. ثبات بیشتری نسبت به آلدرین دارد که دلیل این امر کم بودن فشار بخار آن نسبت به آلدرین است. این سم از طریق پوست جذب می شود.

موارد مصرف: این سم سابقاً در مناطق تخمریزی ملخ به مقدار ۷۵ گرم ماده خالص در هکتار توصیه می شد. همچنین برای مبارزه با آفات خاکزی و موریانه به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار (ماده خالص) و برای مبارزه با آفات خانگی نظیر مگس به صورت پودر قابل تعلیق پنج صدم مصرف می گردد.

فرمولاسیون: این سم به صورت امولسیون ۱۸/۵ درصد با نام تجاری دیلدرکس، پودر قابل تعلیق در آب ۲۵ و ۵۰ درصد و همچنین گرد ۱/۵٪ و گرانول ۲/۵ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی ٤۰-۸۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش بزرگ است.

علائم مسمومیت ناشی از این سم شبیه آلدرین می باشد.

در حال حاضر تولید و مصرف این سم منسوخ گردیده است.

۳- اندرین (endrin)

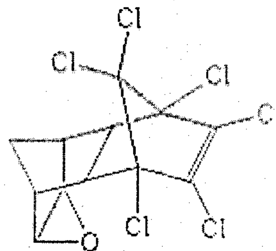
نام تجارتی: آندرکس و هگزادرین

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_7$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,4a*S*,5*S*,6*S*,7*R*,8*R*,8a*R*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: اندرین توسط شرکت شل سنتز و به بازار عرضه شده است. فشار بخار آن در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد $۱۰^{-۷}$ × ۲/۶ میلی بار می باشد. این سم ایزومر دیلدرین بوده و از نظر فرمول شیمیایی شبیه آن می باشد و علاوه بر این، کلیه خواص دیلدرین و آلدرین را در بر دارد. آندرین صنعتی به صورت پودر خرمایی رنگی می باشد ولی فرم خالص آن به شکل کریستالهای سفید رنگی است که نقطه ذوب آن ۲۰۰ درجه سانتیگراد می باشد. از نظر شیمیایی بسیار شبیه دی آلدرین بوده، اما به سادگی در گرما و نور تجزیه می شود.

موارد مصرف: از این سم برای کنترل آفات پنبه مانند کرم قوزه و کرم خاردار (از امولسیون ۲۰ درصد به میزان ٤-۳ لیتر در هکتار) استفاده می شد، اما در حال حاضر تولید و مصرف نمی شود. آندرین یکی از سمومی است که طغیان کنه های گیاه خوار را سبب شده است.

سمیت روی سایر موجودات: اندرین ترکیبی بسیار سمی است. LD_{50} حاد دهانی اندرین خالص برای موش صحرایی ۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

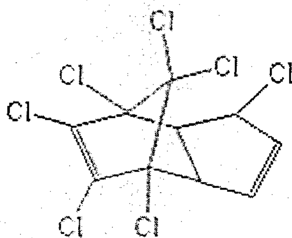
۴- هپتاکلر (heptachlor)

نام تجارتی: درینوکس، هپتاگران، هپتامول، و هپتوکس

فرمول مولکولی: $C_{10}H_5Cl_7$

نام شیمیایی: 1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: فرم خالص این سم به صورت کریستالهای سفید رنگی است که بوی کافور می دهد. نقطه ذوب آن ۹۵-۹٦ درجه سانتیگراد است. هپتاکلر پایداری زیادی نسبت به گرما، نور، رطوبت، اسیدها، قلیاها و عوامل اکسید کننده دارد. دارای نقطه جوش ۱۱۷-۱۲٦ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۰۷ میلی بار و فشار بخار $10^{-4}\times4$ میلی بار در دمای ۲٥٤ درجه سانتیگراد می باشد. در سیستمهای بیولوژیکی بدن موجودات زنده و همچنین در داخل خاک توسط سیستمهای آنزیمی میکروارگانیسمها به اپوکسی هپتاکلر تبدیل می شود که بسیار سمی تر از هپتاکلر است و اپوکسی شدن هپتاکلریک روش اساسی برای ایجاد سمیت می باشد. تجزیه هپتاکلر بسیار به آهستگی انجام می شود و به همین دلیل تا ۲۰ سال در داخل خاک باقی می ماند. در گیاهان هپتاکلر ٦۰ روز پس از سمپاشی همچنان از طریق ریشه جذب و وارد قسمتهای سبز گیاه می شود.

نحوه تأثیر: هپتاکلر سم تماسی، گوارشی است، اما زمانی که به همراه بذر گیاهان در داخل خاک قرار می گیرد ویژگی سموم سیستمیک را از خود نشان می دهد.

میزان مصرف: میزان مصرف آن برای ضدعفونی بذور چغندرقند ۲-۷ کیلوگرم در هر تن و برای ضدعفونی بذر ذرت۲-٦ کیلوگرم در هر تن است.

موارد مصرف: از این سم برای ضد عفونی بذور و مقابله با لارو سخت بالپوشان استفاده شده است.

سمیت روی سایر موجودات: این سم برای زنبور عسل سمی بوده و هپتاکلر برای انسان و دام نیز به شدت سمی می باشد. LD_{50} آن ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم حاد دهانی است. این سم دارای خاصیت تجمعی بوده و در بافت چربی به صورت اپوکسید و یا به فرم تغییر نیافته تجمع می یابد و سپس با ورود به شیر مادر، سبب مسمومیت کودکان می گردد.

به علت سمیت زیاد و دوام طولانی در محیط، مصرف و تولید این سم امروزه بسیار محدود شده است.

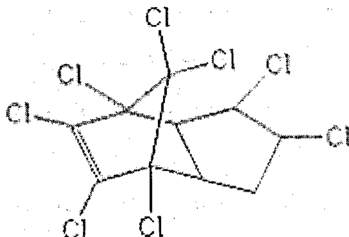
۵- کلردان (chlordane)

نام تجارتی: کلردان و اوکتاکلر

فرمول مولکولی: $C_{10}H_6CL_8$

نام شیمیایی: 1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoindene

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: کلردان در سال ۱۹٤۵ توسط شرکت ولسیکول سنتز و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ٤۰۹/۸۳، نقطه ذوب ۱۰۰ درجه سانتیگراد و نقطه جوش آن در فشار ۱/۳ میلی بار ۱۷۵ درجه سانتیگراد بوده و دو ایزومر سیس و ترانس دارد که ایزومر سیس (β)تقریباً ۱۰ برابر سمی تر از ایزومر ترانس (α) است. این ترکیب شیمیایی مخلوط چند ترکیب بوده و تقریباً ٦۰ درصد آن را ایزومر سیس تشکیل می دهد. فشار بخار آن ۱۰ × ۱/۳ میلی بار در ۲۵ درجه سانتیگراد است. از طریق پوست نیز جذب می شود. به دما، محیط قلیایی و پرتو فرابنفش حساسیت زیادی دارد. به ایزومر ترانس کلردان در صنعت γ کلردان نیز می گویند. در آب نامحلول بوده، اما در اکثر حلالهای آلی قابل حل است. این سم با ترکیبات قلیایی سازگاری ندارد. همچنین موجب خوردگی آهن و روی و روکشهای مختلف می شود. در بدن حیوانات خونگرم هیدروژن کلراید آن برداشته شده و کلر هیدرمین و متابولیتهای آبدوست ایجاد می شود.

نحوه تأثیر: این سم از طریق گوارشی، تماسی و تدخینی تأثیر می گذارد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۲۲۵ تا ۵۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۶- آندوسولفان (endosulfan)

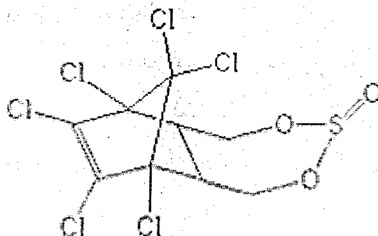
نام تجارتی: بنزواپین، تیودان، بوسایت، سیکلودان، مالیکس، تیمول و تیونکس

فرمول مولکولی: $C_9H_6Cl_6O_3S$

نام شیمیایی:

(1,4,5,6,7,7-hexachloro-8,9,10-trinorborn-5-en-2,3-ylenebismethylene) sulfite

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵٦ توسط شرکت ولسی کول و هوخست سنتز و به بازار عرضه شده است. آندوسولفان مخلوطی از دو ایزومر آلفا و بتا می باشد. این سم در آب نامحلول بوده و در حالت خالص به شکل کریستالهای سفید رنگی است که در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. دارای وزن مولکولی ۴۰۶/۹ و فشار بخار $۱/۲\times۱۰^{-۲}$ میلی بار در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد است. نقطه ذوب آلفا آندوسولفان ۱۰۹ درجه سانتیگراد و نقطه جوش آن در فشار ۰/۹ میلی بار ۱۰٦ درجه سانتیگراد است. دارای خاصیت حشره کشی نسبتاً مطلوبی می باشد. فاقد خاصیت تبخیری بوده و در برابر نور کاملاً پایدار است. از طریق پوست جذب می شود. در محیطهای قلیایی و خنثی سریعاً هیدرولیز شده و به الکل آندوسولفان که دارای سمیت کمی برای انسان و دیگر جانوران است تبدیل می گردد. همچنین این ترکیب اکسیده شده و به سولفات آندوسولفان که دارای سمیت کمی برای انسان و دیگر جانوران است تبدیل می شود. سولفات آندوسولفان به اندازه آلفا آندوسولفان برای حشرات سمی است. این فرآیند در شرایط طبیعی در سطح گیاهان، در داخل خاک و آب به وقوع می پیوندد. آندوسولفان در غلظتهای توصیه شده باعث گیاه سوزی نمی کند؛ همچنین از طریق برگها و ریشه وارد بافتهای گیاهی نمی گردد و بنابراین در آلودگیهای شدید خاک در بافتهای گیاهی تجمع پیدا نمی کند.

دارای دو ایزومر فضایی آلفا و بتا است، تکنیکال این سم ٦٤٪ تا ٦٧٪ ایزومر آلفا و ۲۹٪ تا ۳۲٪ ایزومر بتا است. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۶ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: آندوسولفان حشره کش و کنه کشی تماسی و گوارشی است.

موارد مصرف: این سم برای مبارزه با حشرات راسته های سخت بالپوشان، لارو بالپولکداران و کنه های گیاه خوار توصیه می شود. دوام آن در شرایط طبیعی مزرعه ۱۵ روز است.

سمیت روی سایر موجودات: این سم برای انسان و دام خطرناک است. LD_{50} آن ۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۲۰۵-۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای پرندگان و ۰/۰۰۶ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد. بر عکس دیگر سموم کلره در بدن موجودات زنده خاصیت تجمعی ندارد.

آندوسولفان سمیت کمی برای زنبور عسل و زنبورهای گرده افشان و کفشدوزکها دارد و به همین لحاظ به کار گیری آن در IPM قابل توصیه است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی است.

موارد مصرف: علیه کرم قوزه، کارادرینا، عسلک پنبه، پسیل گلابی، سرخرطومی سیب و گلابی، زنبور گلابی، سن های ناقل نماتوسپورای پسته، کارادرینای چغندرقند و سوسک کلرادوی سیب زمینی مورد استفاده قرار می گیرد.

مقدار مصرف: محلول پاشی با فرمولاسیون ۳۵٪ به میزان ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار برای درختان میوه و ۱/۵ تا ۳ در هزار برای زراعتها صورت می گیرد.

پادزهر: پادزهر مؤثر در این مورد، فنوباربیتال می باشد.

۷- تلودرین

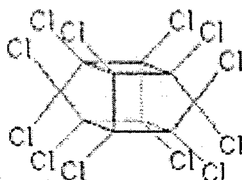
این سم برای ضد عفونی خاک مورد استفاده قرار می گیرد و به سهولت از طریق پوست جذب می شود. LD_{50} آن ۴/۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۸- میرکس (mirex)

فرمول مولکولی: $C_{10}Cl_{12}$

نام شیمیایی: dodecachloropentacyclo[5.3.0.0^{2,6}.0^{3,9}.0^{4,8}]decane

ساختار شیمیایی:



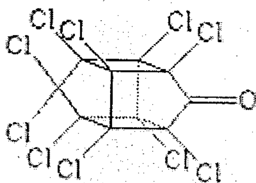
این سم مورچه و حلزون را تحت تأثیر قرار داده و می کشد. میرکس سرطان زا بوده و دارای خاصیت تجمعی نیز می باشد. فرم خالص این سم به صورت جامد و سفید رنگ است. LD_{50} آن ۳۰۰-۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۹- کلرودکون (chlordecone)

فرمول مولکولی: $C_{10}Cl_{10}O$

نام شیمیایی: perchloropentacyclo[5.3.0.0^{2,6}.0^{3,9}.0^{4,8}]decan-5-one

ساختار شیمیایی:



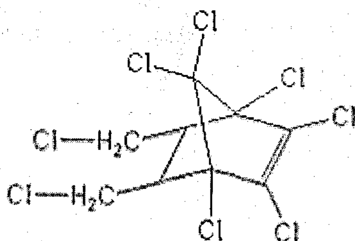
این سم با نام تجاری کپون دارای خاصیت حشره کشی و کنه کشی بوده و از طریق گوارشی عمل می نماید. علیه مورچه و حلزون به صورت طعمه مسموم مصرف می گردد. این ترکیب به صورت خالص به شکل پودر سفید رنگ متمایل به کرم بوده و در آب نسبتاً محلول است، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود.

۱۰- کلروبایسیکلن (chlorbicyclen)

فرمول مولکولی: $C_9H_6Cl_8$

نام شیمیایی: 1,2,3,4,7,7-hexachloro-5,6-bis(chloromethyl)-8,9,10-trinorborn-2-ene

ساختار شیمیایی:

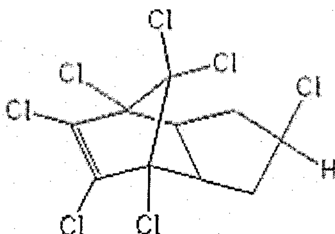


۱۱- دایلور (dilor)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_7Cl_7$

نام شیمیایی: 2,4,5,6,7,8,8-heptachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoindene

ساختار شیمیایی:



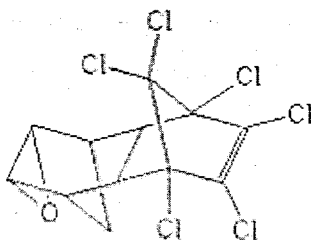
۱۲- HEOD

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_6O$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,4a*S*,5*R*,6*R*,7*S*,8*S*,8a*R*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختار شیمیایی:



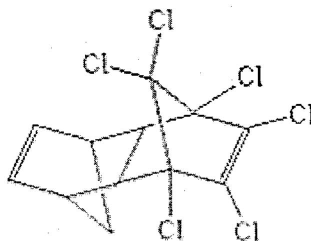
۱۳- HHDN

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_6$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,4a*S*,5*S*,8*R*,8a*R*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختار شیمیایی:



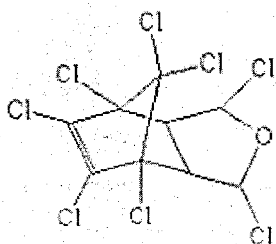
۱۴- ایزوبنزان (isobenzan)

فرمول مولکولی: $C_9H_4Cl_8O$

نام شیمیایی:

1,3,4,5,6,7,8,8-octachloro-1,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoisobenzofuran

ساختار شیمیایی:



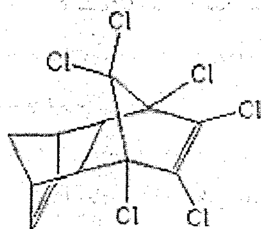
۱۵- ایزودرین (isodrin)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_8Cl_6$

نام شیمیایی:

(1*R*,4*S*,5*R*,8*S*)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene

ساختار شیمیایی:



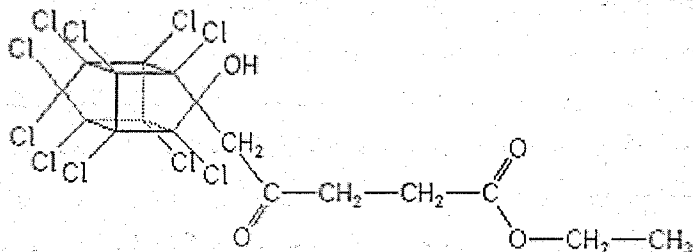
۱۶- کلوان (kelevan)

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{12}Cl_{10}O_4$

نام شیمیایی:

ethyl 5-(1,2,3,4,6,7,8,9,10,10-decachloro-5-hydroxypentacyclo[5.3.0.0$^{2.6}$.0$^{3.9}$.0$^{4.8}$]dec-5-yl)-4-oxovalerate

ساختار شیمیایی:



طرز تأثیر سیکلودینها

سمیت این سموم با افزایش دما افزایش می یابد، بدین لحاظ با گروه حشره کشهای د.د.ت و آنالوگهای آن که رابطه منفی با دمای محیط دارند متفاوت هستند. سیکلودینها دارای دوره تأخیر تأثیر هستند (دوره تأخیر فاصله زمانی بین کاربرد یک آفت کش و ظهور علائم مسمومیت در روی موجود تحت آزمایش را گویند) و اثر آنها مدتی پس از کاربرد آنها ظاهر می شود. این دوره بر حسب نوع سم و نوع حشره یا موجود تحت آزمایش متفاوت است، مثلاً در سوسری آمریکایی دوره تأخیر برای آلدرین ٤ ساعت است در حالی که برای دی آلدرین ۲ ساعت می باشد. سیکلودینها مقدار مصرف اکسیژن را در موجودات زنده افزایش داده و به عبارت دیگر شدت تنفس را بالا می برند؛ از این لحاظ در مقایسه با د.د.ت و لیندین ترتیب زیر را می توان در نظر گرفت:

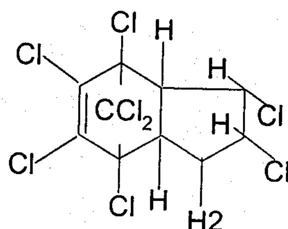
د.د.ت < سیکلودین < لیندین

نحوه تأثیر سموم سیکلودین از نظر واکنشهای بیوشیمیایی کاملاً مشخص نیست. عده ای معتقدند که سیکلودینها در کار سیستم آنزیمی K^+ -ATPase و Na^+ اختلال ایجاد می کنند، ولی این نظریه صحیح به نظر نمی رسد. در این راستا یاماگوشی و همکاران در سال ۱۹۷۹ اعلام نموده اند که سموم سیکلودین آنزیم حیاتی Ca-Mg -ATPase را بلوکه می کنند. این آنزیم تبادل و حفظ یونهای کلسیم در طرفین غشاء عصبی را بر عهده داشته و برای فعال شدن نیاز به یونهای Mg^+ به عنوان کوفاکتور دارد. سیکلودینها با مهار کردن آنزیم Ca-Mg -ATPase باعث بالا رفتن غلظت یونهای کلسیم در داخل سلولهای عصبی می شوند. ثابت شده که در ناحیه پیش سیناپس افزایش غلظت یونهای کلسیم باعث رها شدن بیش از حد نیاز انتقال دهنده شیمیایی در محل سیناپسها می گردد. اثر دقیق این افزایش کاملاً مشخص نیست ولی می توان تصور نمود که باعث فعالیت سلولهای عصبی می شود.

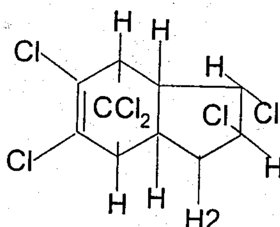
غیاث الدین و مانسومورا در سال ۱۹۸۳ نظریه متفاوتی در این رابطه گزارش کردند. آنها معتقد بودند که تعدادی از سیکلودینها مانند اپوکسیدهپتاکلر می توانند با پیروتاکسنین رقابت نمایند. پیروتاکسنین یک ماده محرک اعصاب بوده و قادر است گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) را که یک آرامش دهنده عصبی است مهار کند. عده ای از محققین معتقدند که حشرات مقاوم به پیروتاکسنین به سموم سیکلودین نیز مقاوم هستند. بنابراین می توان تصور نمود که هدف سموم سیکلودین گیرنده های پیکروتاکسین می باشد. از نظر تأثیر ساختمان مولکولی سیکلودینها روی سمیت آنها اطلاعات کافی و جامع وجود ندارد. مطالعات سالوی در سال ۱۹٦٥ نشان داد که در سموم سیکلودین دو مرکز الکترونگاتیوی وجود دارد؛ مثلاً در مورد دی آلدرین، حلقه کلر دار یک

مرکز و اتم اکسیژن مرکز دیگر الکترونگاتیو محسوب می شود. از مهمترین ایزومرهای کلردان می توان آلفا کلردان و بتا کلردان را ذکر کرد.

اتمهای کلر در آلفا کلردان به صورت ترانس و در بتا کلردان به صورت سیس در روی اتمهای کربن قرار دارند.



فرم سیس یا بتا کلردان



فرم ترانس آلفا کلردان

در فرم سیس اثر اتمهای کلر، یعنی الکترونگاتیوی دو برابر می شود، در حالی که در ایزومر آلفا کلردان از این اثر به مقدار زیادی کاسته می شود. عملاً سمیت بتا کلردان ۱۰ برابر سمیت آلفا کلردان می باشد.

متابولیسم سیکلودینها

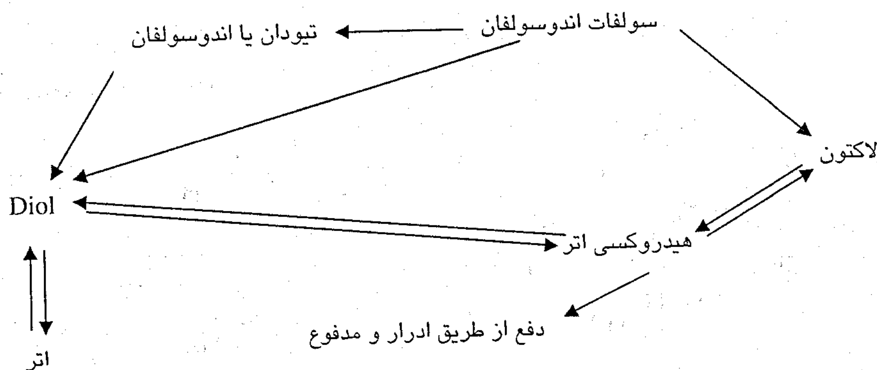
آزمایشات زیادی نشان داده که آلدرین به وسیله پستانداران، میکروارگانیسمهای خاک، گیاهان و حشرات اپوکسید شده و به دی آلدرین تبدیل می شود. به طور کلی ٦ نوع متابولیت از آلدرین به وجود می آید که متابولیت اصلی ماده ای به نام ٦ و ۷ ترانس دی هیدروکسی دی هیدروآلدرین است. این ترکیب برای پستانداران از طریق گوارشی، سمی و خطرناک می باشد و تقریباً یک شانزدهم تا یک دوازدهم دی آلدرین سمیت دارد. در رابطه با متابولیسم آندرین دو نظریه وجود دارد:

۱- عده ای معتقدند که عمده ترین متابولیت آندرین در پستانداران دلتا کتواندرین است؛ ولی این نظریه طرفداران چندانی ندارد.

۲- عده ای دیگر از محققین اعتقاد دارند که آندرین در بدن پستانداران نظیر موش صحرایی به صورت ۹- هیدروکسی آندرین است که می تواند از طریق اکسیداسیون به ۹- کتواندرین تبدیل شده و از طریق ادرار دفع شود.

مهمترین متابولیت آندوسولفان در بدن جانوران، گیاهان و در محیط زیست سولفات آندوسولفان است. این متابولیت در چربی ذخیره شده و یا به لاکتون دی هیدروکسی اتر تبدیل می

شود و سپس از طریق ادرار و مدفوع دفع می گردد. همچنین در موشها آندوسولفان به دی ال اتر تبدیل شده و از طریق ادرار و مدفوع دفع می شود.



د- حشره کشهای پلی کلروترپن

در این گروه دو ترکیب توکسافن و استروبان قرار دارند.

۱- توکسافن (toxaphene)

نامهای تجارتی: Hercules، Comphechlor

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{10}Cl_8$

این سم مخلوطی از ترپنهای کلره است. فرمول گسترده این سم مشخص نیست ولی فرمول عمومی آن $C_{10}H_{10}Cl_8$ می باشد. این سم به وسیله کلره شدن یک ترپن به نام کامفن تولید می شود.

فرآورده صنعتی ماده مومی شکلی به رنگ قهوه ای روشن یا تیره با ٦٧-٦٩ درصد کلر می باشد. در سال ۱۹۷۱ در حدود ۵۰ میلیون پوند توکسافن در آمریکا تولید شد که معادل ٤٠٪ مجموع سموم هیدروکربنهای کلره بود، ولی از سال ۱۹۸۳ استفاده از توکسافن در آمریکا ممنوع شد. توکسافن مخلوطی از ایزومرهای مختلف بوده و نقطه ذوب آن ٦٥-۷۰ درجه سانتیگراد است. این سم در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل شده ولی در آب به مقدار کم و در حدود ۳ پی پی ام حل می شود. توکسافن در روی سطوح مختلف، داخل آب و داخل خاک به مدت طولانی باقی می ماند، به طوری که پس از سمپاشی در چغندرقند تا ۵۰ روز، در زمینهای شنی تا ۳ سال و در زمینهایی که قدرت جذب زیادی دارند تا ۱۰ سال باقی می ماند. دوام طولانی مدت این سم در خاک به عنوان یک منبع مهم آلودگی محسوب می گردد. در بسیاری از موارد باقیمانده سم توسط برخی

از گیاهان زراعی جذب می شود، اما در غلظتهای توصیه شده در این گیاهان ایجاد سوختگی نمی کند. توکسافن برای زنبور عسل سمیت کمتری دارد و به همین دلیل می توان آن را برای کنترل آفات در دوره گلدهی گیاهان به ویژه درختان میوه توصیه نمود. در گذشته از این سم برای کنترل آفات پنبه، ملخ های بومی و سرخرطومی برگ یونجه به میزان ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم ماده خالص در هکتار استفاده می شده، که البته برای جلوگیری از اثرات سوء جانبی آن سم فقط در رابطه با کنترل نسل اول این آفات مورد استفاده قرار گرفته است. سطح مجاز باقیمانده توکسافن در سیب زمینی و چغندرقند ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد. سطح مجاز باقیمانده توکسافن در سیب زمینی و چغندرقند ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن محصول می باشد.

LD_{50} این سم برای سگ ۲۰-۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم و برای موش صحرایی ۶۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است و بدین صورت ملاحظه می شود که برای پستانداران بسیار خطرناک می باشد.

۲- استروبان (stroban)

نام تجارتی: Stroban

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{11}Cl_8$

استروبان از کلره کردن یک ترپن به نام آلفاپنین به دست می آید. خواص عمومی و تأثیر آن شبیه توکسافن بوده، اما سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم نسبتاً کمتر است، به طوری که LD50 حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۶۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. مصرف این ترکیب در سال ۱۹۸۳ ممنوع اعلام شد.

نحوه اثر مشتقات پلی کلروترپن

نحوه اثر این ترکیبات مشابه سیکلودینها است، به طوری که این ترکیبات نیز تعادل یونهای سدیم و پتاسیم را در غشای سلولهای عصبی به هم می زنند.

فصل هشتم

سموم فسفره

حشره کشهای آلی فسفره

حشره کشهای فسفره به کلیه سمومی اطلاق می شوند که در ترکیب خود دارای فسفر هستند. در این گروه، سموم با خاصیت تماسی، گوارشی نفوذی، تدخینی و سیستمیک وجود دارند. ترکیبات فسفره مخلوطی از الکلها و اسیدهای فسفردار مختلف هستند که آنها را استر می نامند؛ به عبارت دیگر این ترکیبات استر الکلهای مختلف با اسیدهای فسفره می باشند.استرهای فسفر دارای ترکیبات متفاوتی هستند که فسفر آنها دارای اکسیژن، کربن، گوگرد و ازت بوده و بدین لحاظ دارای مشخصات متفاوتی می باشند. خواص سمی این ترکیبات ابتدا توسط دانشمند آلمانی به نام شرادر در سال ۱۹۳۷ کشف شد. ترکیبات فسفره از نظر ساختمان شیمیایی و نحوه اثر شبیه به گازهای عصبی گروه فسفروهالید و فسفروسیانید هستند. برخی از این ترکیبات نظیر سیانیدها به عنوان سموم عصبی معروفند. این ترکیبات اولین بار در جنگ جهانی دوم به صورت مه مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از این نوع ترکیبات تابون است که توسط آلمانی ها ساخته شد و از خطرناکترین سموم فسفره می باشد. علاوه بر این، در طول جنگ جهانی دوم دانشمندان آلمانی به رهبری گرهارد شرادر گازهای سمی دیگری نظیر گاز سارین و سومان را ساختند و آنها را در جنگ مورد استفاده قرار دادند. ترکیبات شیمیایی با خاصیت حشره کشی که در این زمان ساخته شدند، از مشتقات اسید فسفریک هستند.

ترکیبات فسفره از مهمترین سموم آفت کش هستند که امروزه به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند و بیشترین مصرف را در بین ترکیبات آفت کش دارند. علل کاربرد وسیع این گروه از سموم به شرح زیر می باشد:

۱- دارای خاصیت حشره کشی و کنه کشی می باشند.

۲- بر روی طیف وسیعی از حشرات و کنه ها مؤثرند.

۳- عمومی بوده و به فوریت تأثیر خود را نشان می دهند.

٤- پایداری آنها در سیستمهای بیولوژیکی کمتر از سموم کلره می باشد.

٥- عموماً به ترکیبات غیر سمی برای انسان و دام تجزیه می شوند.

٦- متابولیسم آنها در بدن موجودات زنده نسبتاً سریع است.

۷- در بدن انسان و دام ذخیره نمی شوند.

۸- تعدادی از آنها دارای خاصیت نفوذی و سیستمیک هستند.

۹- خطر آنها برای حشرات مفید کمتر است.

۱۰- مقدار مصرف آنها در واحد سطح کمتر از سموم کلره می باشد.

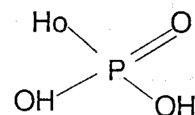
۱۱- در خاک و آب سریعتر تجزیه شده و آلودگی کمتری را در محیط زیست به وجود می آورند.

معایب سموم فسفره

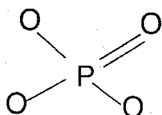
۱- در حشرات گیاهخوار مقاومت علیه آنها به وجود می آید.

۲- ناپایدارند و در محیطهای قلیایی هیدرولیز می شوند.

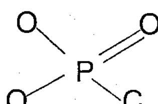
۳- با ترکیبات قلیایی قابل اختلاط نیستند.



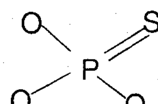
ortho phosphoric acid



phosphate

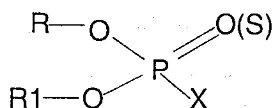


phosphonat



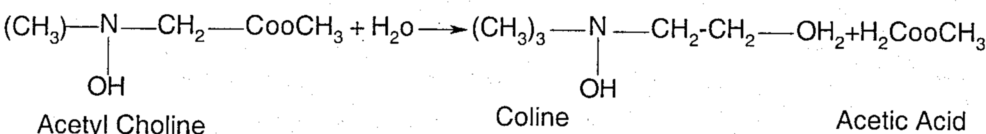
phosphorothiot

حشره کشهای فسفره با فرمول ذیل نشان داده می شوند:



در اینجا گروه ترک کننده ممکن است از دسته خطی، حلقوی و یا هتروسیکلیک باشد؛ به علاوه فسفر همیشه به کربن متصل نمی شود، بلکه ممکن است به اکسیژن و یا گوگرد متصل شده باشد؛ بنابراین در این قسمت اتصالات از نوع P-C یا P-OX یا P-SX می باشند.

این ترکیبات بر روی سیستم عصبی تأثیر گذاشته و سبب بلوکه شدن آنزیم استیل کولین استراز می شوند. استیل کولین واسط شیمیایی است که برای انتقال پیام عصبی در ناحیه سیناپس لازم است و پس از انتقال تحریک توسط آنزیم استیل کولین استراز به اسید استیک و کولین تجزیه می شود.



استیل کولین

اسید استیک

از آنجایی که میل ترکیبی سموم فسفره با آنزیم استیل کولین استراز شدید است و اگر این عمل اتفاق بیافتد به علت کمبود و یا عدم وجود آنزیم فوق، استیل کولین تجزیه نمی گردد و تجمع آن باعث ایجاد عوارض خاص مسمومیت می شود، به همین دلیل سموم فسفره را آنتی استیل کولین استراز یا بازدارنده آنزیم استیل کولین استراز نیز می نامند.

ترکیبات فسفره از نظر کاربرد و دوام در دسته بندیهای زیر قرار می گیرند:

الف- سموم تماسی و کم دوام:

این سموم در آب به مقدار زیاد حل می شوند. در محیط آبی ناپایدار هستند و همین خاصیت آنها سبب شده تا در محیطهای بیولوژیک دوام چندانی نداشته باشند. اثر حشره کشی آنها سریع و صرفاً از طریق تماس با بدن حشره است. این گروه از سموم نیاز به فعال شدن ندارند و می توانند مستقیماً به محل تأثیر حمله نمایند. علاوه بر این، خاصیت انتخابی ندارند و روی انواع حشرات به طور یکسان عمل می نمایند. در این گروه ترکیبات زیر قرار می گیرند: تترااتیل پیروفسفات، موینفوس، دی کلرووس و تتراکلروینفوس.

ب- سموم با دوام تماسی و نفوذی:

این ترکیبات در آب به مقدار کم حل شده، ولی در چربی ها نسبتاً محلول هستند. خاصیت چربی دوستی آنها سبب شده که در لایه مومی کوتیکول برگ نفوذ کرده و به فاصله کمی از محل اصلی پخش شوند، به طوری که از سطح فوقانی برگ به سطح تحتانی نفوذ نمایند. مشخصه دیگر این سموم این است که قبل از رسیدن به نقطه اثر فعال می شوند. فعال شدن آنها به وسیله واکنش اکسیداسیون صورت می گیرد و باعث می شود ترکیب حاصله قطبی شده و اندکی خاصیت سیستیمک پیدا کند، در حالی که ترکیب اولیه فاقد چنین خاصیتی بوده است. به هر حال حلالیت کم آنها در آب باعث می شود که نتوانند مسیرهای طولانی را در داخل شیره گیاهان طی نمایند، اگرچه به کارگیری ترکیبات رادیواکتیو نشان داده که بخش کوچکی از این سموم به ویژه آنهایی که از طریق ریشه جذب شده و یا سطح خاک پاشیده می شوند، از طریق شیره به گیاه انتقال می یابند. تعدادی از ترکیبات این گروه به شرح زیر هستند: پاراتیون، متیل پاراتیون، فنیتریتیون، فوکسیم، مالاتیون، فنتوآت، اتیون، دیازینون، فوزالون، آزینفوس متیل، کلروپایرویفوس، اتریمفوس، پیریمفوس متیل و متیداتیون.

ج – سموم سیستمیک:

ترکیبات این گروه چربی دوست بوده و در نتیجه از لایه مومی کوتیکول عبور می کنند و علاوه بر این، در آب نیز قابل حل هستند. این خواص به این گروه از سموم این قابلیت را می دهد

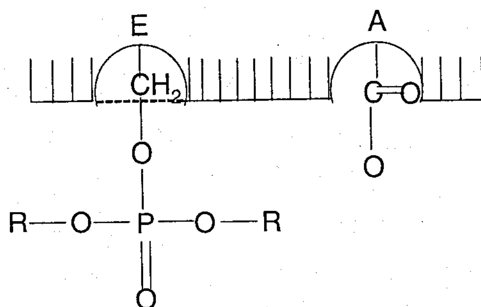
که بتوانند از طریق شیره خام یا پرورده انتقال یابند. این سموم وقتی وارد گیاه شوند، می توانند پایداری خود را چند روز تا چند هفته حفظ نمایند. برخی از این سموم از طریق شاخ و برگ وارد گیاه شده و در تمام قسمتهای گیاه پخش می شوند. عده ای نیز از طریق ریشه جذب شده و می توانند به راحتی به سمت فوقانی گیاه حرکت نمایند. سموم سیستمیک نسبت به سایر سموم مقاومت بیشتری در برابر شرایط محیطی از خود نشان می دهند. توسط باران به آسانی شسته نمی شوند و علاوه بر این، روی حشرات مفید نیز اثر سوء کمتری دارند. تعدادی از این سموم به شرح زیر می باشند: اکسی دیمتون متیل، تیومتون، دی متوآت، فسفامیدون، منوکروتوفوس، تری کلروفون و هپتنفوس.

واکنش سموم فسفره با آنزیم استیل کولین استراز

مشخص ترین خصوصیت ترکیبات فسفره این است که می توانند آنزیم استیل کولین استراز را بلوکه و یا مهار نمایند؛ بر این اساس استیل کولین را مدل قرار داده و موادی شبیه آن را می سازند و به همین دلیل ترکیبات فسفره آنالوگهای استیل کولین به شمار می روند. ویلسون و برگمن در سال ۱۹۵۰ بهترین توجیه را برای ترکیب استیل کولین و آنزیم استیل کولین استراز ارائه نمودند. بر اساس مدل این محققین آنزیم استیل کولین استراز دارای دو سطح می باشد:

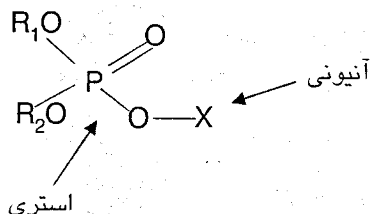
۱- سطح آنیونی

۲- سطح استرازی



استیل کولین یا سموم فسفره نیز دارای دو سطح می باشند:

۱- قسمت آنیونی　　۲- قسمت استری

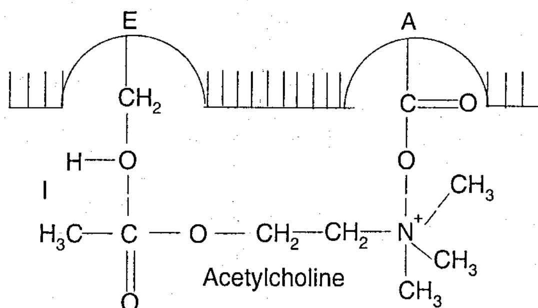


مکانیسم عمل کولین استراز در رابطه با یک سم

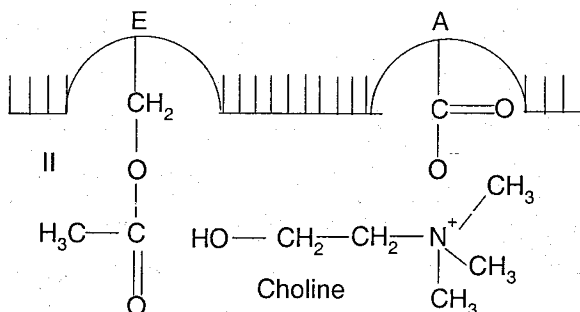
وقتی یک ماده سمی فسفره وارد بدن موجود زنده می شود، طی چندین مرحله آنزیم استیل کولین استراز به استیل کولین یا سم فسفره حمله می کند. در این قسمت به نحوه حمله آنزیم استیل کولین استراز به استیل کولین و تجزیه آن به اسید استیک و کولین پرداخته می شود.

الف – واکنشهای آنزیمی

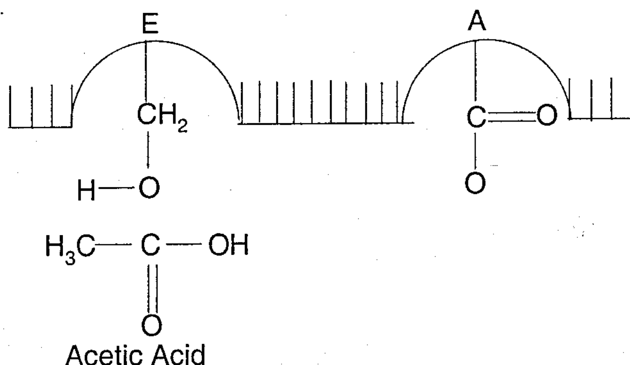
۱– در اولین مرحله قسمت کاتیونی استیل کولین به وسیله اتصال شیمیایی ضعیفی به وسط بخش آنیونی، و قسمت آنزیم استری آن به وسیله اتصال شیمیایی ضعیفی به سطح استرازی آنزیم استیل کولین استراز متصل می شود. البته باند شیمیایی اخیر بلافاصله به یک اتصال کووالانسی تبدیل می گردد.



۲– در دومین مرحله یک اتم هیدروژن از سطح استراتیک آنزیم جدا شده و به اکسیژن کولین متصل و در نتیجه کولین آزاد می شود.

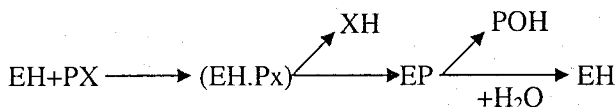


۳- در سومین مرحله یک مولکول آب وارد می شود و هیدروژن به سطح استراتیک آنزیم و OH به کربن قسمت استری استیل کولین متصل شده و اسید استیک تولید می گردد.

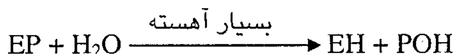


مراحل فوق باعث می شود استیل کولین به اسید استیک و کولین تبدیل شده و عصب مجدداً فعال می گردد. واکنش وارد شدن مولکول آب در مورد استیل کولین به سرعت و در مورد سموم فسفره به کندی صورت می گیرد و مفهوم آن این است که آنزیم استیل کولین استراز دیرتر احیاء می شود.

فرمول زیر واکنش سموم فسفره با آنزیم کولین استراز را نشان می دهد.



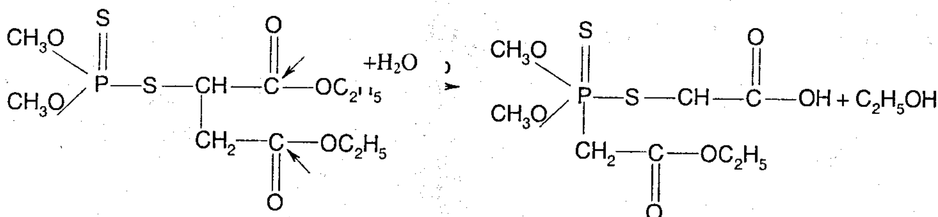
در سموم فسفره آنزیم فسفریله شده بسیار آهسته و به کندی هیدرولیز می شود.



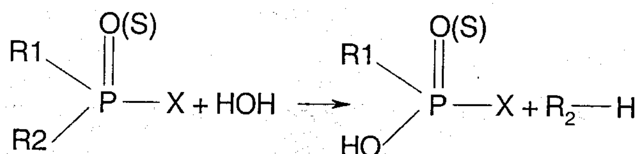
ب- واکنشهای غیر آنزیمی ترکیبات فسفره

۱- هیدرولیز

سموم فسفره در محیطهای قلیایی هیدرولیز شده و به مواد غیر سمی تبدیل می شوند و هر قدر pH محیط بالاتر باشد سرعت هیدرولیز شدن بیشتر است. مشتقات اسید فسفریک و اسید فسفوروتیونیک نسبت به مشتقات فسفر و تیونات و فسفر تیونات بیشتر هیدرولیز می شوند. واکنش اصلی شکستن پیوند P-X و تشکیل اسید فسفریک به شرح زیر است:

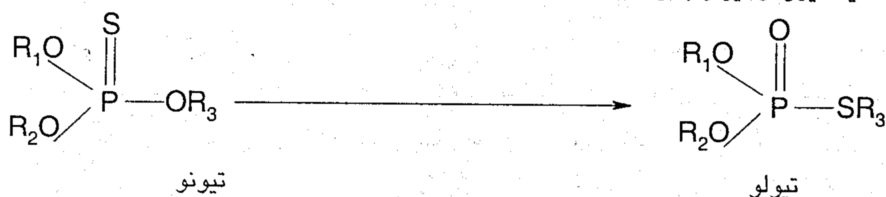


واکنش هیدرولیز در اتصال P-R باعث کاهش سمیت در تعدادی از سموم فسفره نظیر دی کلرووس می شود.

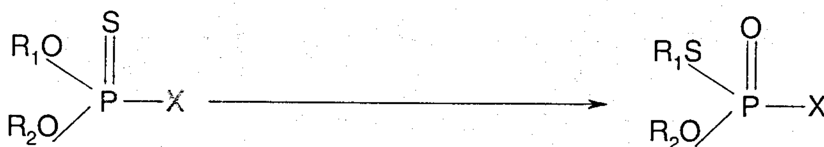


واکنشهای غیر آنزیمی هیدرولیز در زمان انبار کردن سم، در زمان رقیق کردن و به کار گیری سم، بر روی گیاهان و در داخل خاک به وقوع می پیوندد و در حضور تعداد زیادی از اسیدهای آمینه، فسفاتهای غیر آلی و یونهای کلر، مس و مولیبدن افزایش می یابد.

۲- ایزومراسیون: سموم دارای خواص مختلفی هستند که برخی از این خواص به خاطر وجود ایزومرهای مختلف آنها است. عمومی ترین فرم ایزومره شدن، تبدیل فرم تیونو به تیولو می باشد که سمیت ایزومر تیولو بسیار بیشتر از ایزومر تیونو است.



نوع دیگری از ایزومره شدن به صورت زیر انجام می شود:



– ایزومره شدن سموم فسفره در دماهای معمولی اتاق و در روی سطح گیاهان و در داخل خاک صورت می گیرد، ولی بطئی است. در دمای بالا به سرعت ایزومره شدن افزوده می شود. ایزومره شدن در فسفر و تیوناتها و فسفره دی تیونها بیشتر مشاهده می گردد.

نحوه ایجاد مسمومیت توسط سموم فسفره

انتقال پیام عصبی در طول آکسون، الکتریکی ولی در محل اتصال نرونها به یکدیگر شیمیایی است. واسطه های شیمیایی در محل سیناپسها این انتقال را انجام می دهند، استیل کولین مهمترین واسط شیمیایی است که از نرونهای آکسون ها ترشح می شود. واسط شیمیایی پس از انتقال پیام تحریک عصبی بایستی به فوریت از بین برود وگرنه تحریک پیوسته ادامه پیدا می کند؛ لذا وظیفه آنزیم استیل کولین استراز این است که پس از تحریک عصبی، استیل کولین را تجزیه کند. از آنجایی که سموم فسفره از نظر ساختمانی شباهت زیادی به سوبسترای طبیعی یعنی استیل کولین دارند و آنزیم فوق را مهار می نمایند و باعث می شوند که این آنزیم نتواند پس از تحریک عصبی در محل سیناپسها استیل کولین را تجزیه نماید، در نتیجه تحریک عصبی ادامه پیدا می کند که ادامه تحریک انقباض ماهیچه های مربوط را به دنبال داشته و در نهایت فلج و مرگ را سبب می شود.

یکی از روشهای تشخیص مسمومیتهای ناشی از سموم فسفره به ویژه مسمومیت مزمن اندازه گیری مقدار آنزیم استیل کولین استراز خون فرد مسموم است. در این روش مقدار اسید استیک خون که از هیدرولیز استیل کولین به وسیله آنزیم استیل کولین استراز ایجاد می شود اندازه گیری می شود و هر اندازه از مقدار طبیعی کمتر باشد دلیل بر نبود یا کمبود آنزیم استیل کولین استراز است. لازم به یاد آوری است که میزان آنزیم استیل کولین استراز مغز و سیستم اعصاب در موجود زنده قابل اندازه گیری نیست و لذا با اندازه گیری کولین استراز گلبولهای خون می توان به تغییرات آنها پی برد. اگر مسمومیت با سموم فسفره منجر به مرگ نشود مقدار آنزیم استیل کولین استراز خون فرد مسموم و بدن در روزهای اول و دوم تغییر نمی کند، یعنی در سطح پایین اولیه باقی می ماند؛ ولی به تدریج و به کندی رو به افزایش می گذارد، به طوری که در انسان در شرایط عادی سه هفته زمان لازم است تا فرد مسموم بتواند آنزیم استیل کولین استراز خون خود را به سطح طبیعی برساند؛ ولی اگر شخص مسموم بهبود یافته مجدداً در معرض سم فسفره قرار گیرد، هر چند مقدار سم کم باشد، احتمال خطر مسمومیت شدید و مرگ وجود دارد.

علائم مسمومیت از سموم فسفره

ترکیبات فسفره سموم خطرناکی هستند و کوچکترین بی احتیاطی ممکن است منجر به مرگ شود. در موقع تماس هر یک از اعضاء بدن با سموم فسفره باید عضو آلوده را با آب کافی شستشو داد و تمیز کرد. در جانوران خونگرم سموم فسفره در اکثر موارد ایجاد اختلال عصبی کرده و در مسمومیتهای جزئی، سبب سرگیجه و تهوع می شوند. در مسمومیتهای شدید قی، اسهال، ریزش عرق سرد، تنگی مردمک چشم را سبب شده و در مراحل پیشرفته مسمومیت تورم ششها، تنگی قفس سینه و نهایتاً اختلال تنفس و نهایتاً اغماء را موجب می گردند.

علائم مسمومیت از سموم فسفره در انسان

مسمومیت، ریزش اشک چشم، تار شدن دید، ترشح شدید بزاق، سر درد، سرگیجه، ریزش عرق شدید، افزایش ضربان قلب، لرزش دستها، ضعف عضلات، تشنج و اغماء را به دنبال دارد که این علائم اغلب ۱ تا ۲ ساعت و حداکثر ٦ ساعت پس از ورود ماده سمی به بدن ظاهر می شوند. در ساعات اولیه مسمومیت تعداد ضربان قلب، نبض و فشار خون پایین می آید، ولی پس از وخامت حال مسموم، تعداد ضربان قلب به سرعت افزوده شده و اگر شخص مسموم در ۲٤ ساعت اول درمان نشده و یا بهبودی پیدا نکند، فوت می نماید.

طرز معالجه مسمومیتهای ناشی از سموم فسفره

از آن جایی که سموم فسفره بسیار خطرناک هستند، لذا باید فرد مسموم را در اسرع وقت به بیمارستان و پزشک رساند. بهترین دارویی که به هنگام مسمومیت با سموم فسفره مورد استفاده قرار می گیرد سولفات آتروپین می باشد که باید در ورید فرد مسموم تزریق شود. سولفات آتروپین یک سم است، ولی در بدن انسان اثرات متفاوتی ایجاد کرده و مانند یک تریاق عمل می کند. سموم فسفره سیستم اعصاب سمپاتیک را تحت تأثیر قرار می دهند، در حالی که سولفات آتروپین اثر مخالف آن را روی سیستم اعصاب فوق ایجاد کرده و در نتیجه مقاومت فرد مسموم در برابر پادزهر دیده می شود. از جمله علائم مسمومیت تنگ شدن مردمک چشم می باشد، لذا در صورت تأثیر آتروپین، باز شدن مردمک چشم از علائم بهبودی فرد مسموم است. در مسمومیتهای شدید ۲-٤ میلی گرم سولفات آتروپین در ورید فرد مسموم تزریق می شود. بهبودی مسموم ۱-۸ دقیقه پس از تزریق حاصل می گردد، اما در صورت عدم بهبودی، به فاصله ٥-۱۰ دقیقه تزریق ۲ میلی گرم سولفات آتروپین توسط پزشک باید تکرار شود تا علایم بهبودی ظاهر گردد.

استفاده از ماسک اکسیژن، تنفس مصنوعی، باربیتوراتها، گرفتن ناخنها، شستشوی بدن و تعویض لباس نیز باید صورت گیرد.

یکی دیگر از تریاقهای سموم فسفره 2-PAM (Pyridine, 2, aldoxime) می باشد. این ماده که معمولاً همراه با سولفات آتروپین توسط پزشک تزریق می شود، سبب فعال شدن مجدد آنزیم استیل کولین استراز مهار شده می شود.

مطالعات نشان داده اند که اگر فرد مسموم در مدت ۲۱ روز آن هم سه مرتبه به مقدار ناچیز با سموم فسفره تماس داشته باشد، می میرد.

طبقه بندی سموم فسفره:

در منابع مختلف، روشهای طبقه بندی گوناگونی برای سموم فسفره ارائه شده است که اصولاً همه آنها بر ساختار شیمیایی این سموم تکیه دارند.

الف- ارگانوفسفاتها

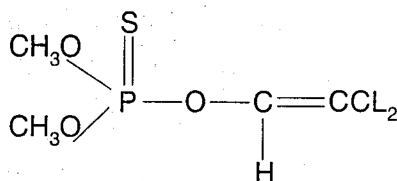
۱- دی کلرووس (dichlorvos)

نام تجاری: د.د.واپ، نوواپ، واپونا، و کنوگارد

فرمول مولکولی: $C_4H_7Cl_2O_4P$

نام شیمیایی: 2,2-dichlorovinyl dimethyl phosphate

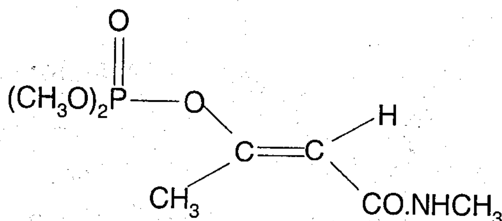
ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵۵ توسط مارتسون و همکاران کشف گردید و سپس به وسیله شرکتهای شل، سیبا گایگی و نیپون سودا ساخته و به بازار عرضه شد. این حشره کش بی رنگ با بوی نسبتاً مطلوب و دارای فشار بخار $۱/٦ \times ۱۰^{-۲}$ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۷٤ درجه سانتیگراد در ۱/۳ میلی بار است. در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل شده و در محیطهای قلیایی به سرعت هیدرولیز می شود. به علاوه، با سرعت قابل توجهی تبخیر می گردد و به همین دلیل از آن در پمپ های آئروسول استفاده می شود. در داخل گیاه نیز به سرعت تجزیه شده و پس از ۳ تا ٤ روز کاملاً از بین می رود. در محیط مرطوب پس از هیدرولیز به اسید فسفریک تبدیل می شود، نیمه عمر آن ۷۹-۱۹۱ ساعت است. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی با خاصیت تماسی، گوارشی، تدخینی و نفوذی است.
موارد مصرف: این سم علیه شته ها، تریپس، عسلک، مگس سفید سبزیها و جالیز مورد استفاده قرار می گیرد. به علاوه، از امولسیون ۵۰ درصد آن نیز برای کنترل آفات انباری، سوسریها و آفات گلخانه ای به میزان ۲ در هزار استفاده می شود.
مقدار مصرف: از این سم برای درختان میوه به میزان ۱ تا ۲ در هزار، چایکاری و صیفی جات ۰/۵ تا ۱ در هزار، سبزی کاری ها ۱/۵ تا ۲ در هزار استفاده می شود. در گلخانه نیز برای هر ۱۰۰ متر مکعب حجم مقدار ۸ سانتی متر از امولسیون ۵۰ درصد آن کافی است.
فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۵۰ تا ۱۰۰ درصد وجود دارد.
سمیت: سمیت آن ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی، ۲۶/۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای پرندگان و ۰/۴۵-۰/۹۳ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.
پادزهر: آتروپین و یا 2PAM به عنوان پادزهر مورد استفاده قرار می گیرند.
ملاحظات: این سم، آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد و ممنوعیت مصرف در حشره کش های خانگی دارد. به علاوه،بر روی بعضی از انواع گلهای داوودی نیز خاصیت گیاهسوزی دارد.

۲- منوکروتوفوس (monocrotophos)
نام تجاری: آزودرین، بیلبران، آپاردین، پیلدرین، و نوواکرون
فرمول مولکولی: $C_7H_{14}NO_5P$
نام شیمیایی: Dimethyl (*E*)-1-methyl-2-(methylcarbamoyl)vinyl phosphate
ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط شرکتهای مختلفی نظیر سیباگایگی، شل، آی.پی.آی، کنوگارد و پیلار فرموله و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به صورت کریستالهای بی رنگ و فرم تکنیکال آن قهوه ای رنگ می باشد. نقطه ذوب آن ۵۳-۵۵ درجه سانتیگراد و فشار بخار آن 9×10^{-6} میلی

بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. این ترکیب دارای دو ایزومر بوده که ایزومر آلفا (α) مهمترین شکل آن است. فرم تجاری نوواکرون فرم سیس می باشد. این سم در برابر نور خورشید ثبات کافی دارد، اما در آب به تدریج هیدرولیز شده و نیمه عمر آن دو روز می باشد. به علاوه، در محیطهای قلیایی با شدت بیشتری هیدرولیز می گردد. روی ظروف آهنی و برنجی خوردگی ایجاد می کند. در گیاهان ترکیباتی تولید می شود که متعاقباً به ترکیبات ازتی و متیله شده تبدیل می گردد. در پستانداران پس از ٢٤ ساعت ٦٥ درصد آن از طریق ادرار دفع می شود.

نحوه تأثیر: منوکروتوفوس یک ترکیب فسفره سیستمیک است که روی طیف وسیعی از حشرات مؤثر می باشد.

فرمولاسیون: این ترکیب به صورت امولسیون های ٦٠، ۵۷/۵ ، ٤٠ و ٢٤ درصد و گرانول ۵ درصد به بازار عرضه شده است، اما در ایران فقط امولسیون ٤٠ درصد آن یافت می شود.

موارد مصرف: این سم برای کنترل آفات سبزیجات، برنج، ذرت، چغندرقند، پنبه، توتون، سیب زمینی و درختان میوه توصیه می گردد. روی لاروبالپولکداران، ساقه خوارها و مینوزهای برگی مؤثر بوده و دز مصرفی آن ۲/۵ لیتر از فرم تجاری در هکتار است. پایداری سم در روی گیاه ٤-٧ روز و دوره کارنس آن ۳ هفته می باشد.

موارد مصرف: علیه کنه تار عنکبوتی پنبه و سویا، کرم قوزه و شته ذرت، و همچنین کرم طوقه بر توتون مورد استفاده قرار می گیرد.

مقدار مصرف: محلول پاشی با فرمولاسیون ٤٠٪ به میزان ۲ لیتر در هکتار.

سمیت روی موجودات زنده: این سم تلفات شدیدی روی زنبور عسل و پرندگان ایجاد می نماید. LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم است.

پادزهر: آتروپین همراه با اکسیم، پام یا توکزوگونین به عنوان پادزهر استفاده می شوند.

۳- فسفامیدون (phosphamidon)

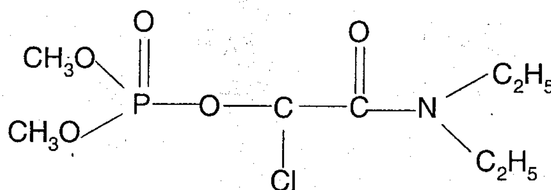
نام تجاری: دیمکرون، آپامیدون و دیکسون

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{19}ClO_5P$

نام شیمیایی: (*EZ*)-2-chloro-2-diethylcarbamoyl-1-methylvinyl dimethyl phosphate~

وزن مولکولی: ۲۹۹/۷

ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط میرهانس و باخمن در سال ۱۹٦۵ معرفی شد و سپس شرکتهای سیباگایگی، کنوگارد و ای.پی.ای آن را ساخته و به بازار عرضه نمودند. نقطه ذوب آن ۱٦۵ درجه سانتیگراد در فشار ۲ میلی بار و فشار بخار آن $۳/۲ \times ۱۰^{-۵}$ میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد است. این ترکیب با کلیه حشره کشها و قارچ کشهایی که خنثی هستند مخلوط می شود. دارای دو ایزومر α و β است و در اکثر حلالهای آلی به استثناء هیدروکربورهای خطی حل می شود. به علاوه، اثر تماسی فوق العاده شدیدی نیز دارد. دوام این حشره کش در گیاه دو هفته و دوره کارنس آن ۲۰ روز می باشد. ADI آن نیز برابر ۰/۰۰۰۵ میلی گرم بر کیلو گرم است.

در گیاهان یک گروه اتیل از گروه آمید حذف می شود و سپس زنجیر استر بین زنجیر فرعی و اتم فسفر از طریق هیدرولیز گسسته می گردد؛ همچنین یک اتم کلر نیز از دست می دهد. تجزیه این سم در گیاهان ۲۰ روز طول می کشد، ولی در پستانداران در مدت ٢٤ ساعت ۸۵ تا ۹۰ درصد آن تجزیه شده و از طریق ادرار دفع می گردد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: دیمکرون حشره کشی با خاصیت سیستمیک زیاد است و به همین دلیل از قسمتهای هوایی گیاه و ریشه جذب شده و از طریق شیره گیاهی انتقال پیدا می کند.

موارد مصرف: برای مبارزه با آفات مختلف از جمله کنه ها، شته ها، زنجرکها، کرم سیب و کرم آلو قابل توصیه است.

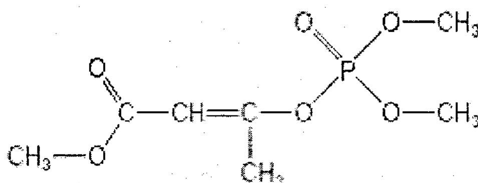
میزان مصرف: محلول پاشی به میزان ۱ تا ۱/۵ لیتر در هکتار از فرمولاسیون SL50% برای زنجره خرما و ۰/۵ تا ۱ لیتر در هکتار از فرمولاسیون ۵۰٪ برای آفات پنبه و برای عسلک پنبه مخلوط با کارباریل توصیه شده است.

فرمولاسیون: فسفامیدون به صورت امولسیون مایع ۲۰ درصد و ۵۰ درصد و پودر وتابل ۵۰ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۱۷/۴ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. به علاوه، اثر کشندگی شدیدی بر روی زنبور عسل دارد و لذا باید از مصرف آن در موقع گلدهی خودداری نمود.

پادزهر: آتروپین، دیازپام و اکسیم های فعال کننده به عنوان پادزهر کاربرد دارند.
ملاحظات: برای زنبور عسل و پرندگان بسیار سمی می باشد. ماده تکنیکال آن دارای ۷۰٪ ایزومرZ و ۳۰٪ ایزومر E می باشد.

۴- موینفوس (mevinphos)
نام تجارتی: فوسدرین، آپاوین فوس، دورافوس، گسفید
فرمول مولکولی: $C_7H_{13}O_6P$
نام شیمیایی: (*EZ*)-2-methoxycarbonyl-1-methylvinyl dimethyl phosphate
ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵۳ توسط شرکتهای شل، سلامارک و کنوگارد ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن بی رنگ بوده، ولی فرم تکنیکال آن زرد تا نارنجی رنگ است. نقطه ذوب ایزومر سیس ۲۱ و ترانس ٦/۹ درجه سانتیگراد می باشد. دارای وزن مولکولی ٢٤/١٥ است. این سم کم دوام بوده و دوره کارنس آن ۲-۳ روز می باشد.
ایزومر سیس ۱۰ تا ۱۰۰ برابر سمی تر از ایزومر ترانس است. به علاوه، دارای خاصیت سوء بر روی ظروف فلزی بوده و بنابراین باید در هنگام بسته بندی آن را در ظرفهای شیشه ای و پلاستیکی نگهداری نمود. این سم با ترکیباتی که دارای خاصیت قلیایی باشند قابل اختلاط نیست.
اکثر گیاهان آن را هیدرولیز نموده و به دی متیل استر و اسید فسفریک تبدیل می کنند. ایزومر سیس سریعتر از ایزومر ترانس تجزیه شده و در مدت ۳- ٤ روز از بدن دفع می گردد.
نحوه تأثیر: طیف تأثیر خوبی داشته و سم بسیار خطرناکی است.
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۳-۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موشهای آزمایشگاهی می باشد.
پادزهر: سولفات آتروپین و 2-PAM به عنوان پادزهر مصرف می شوند.

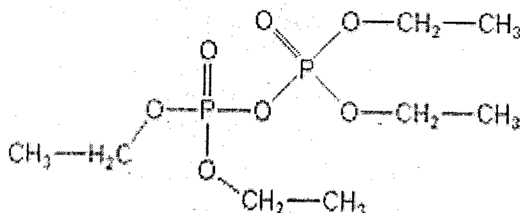
۵- تترااتیل پیروفسفات (TEPP)

نام تجارتی: واپوتون، نیفوست و بلادان

فرمول مولکولی: $C_8H_{20}O_7P_2$

نام شیمیایی: tetraethyl pyrophosphate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این ترکیب در سال ۱۹٤٦ سنتز و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن بی رنگ و بی بو است ولی فرم تجاری آن زرد رنگ می باشد. در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل شده، ولی در روغنهای معدنی حل نمی گردد. در آب به سرعت هیدرولیز و تجزیه می شود، لذا باید پس از رقیق نمودن، بلافاصله آن را مصرف نمود. اگر محلول سمی مدتی نگهداری شود خاصیت سمی خود را از دست می دهد. در مواقعی که دوام طولانی مدت ماده سمی لازم نباشد می توان آن را توصیه نمود.

میزان مصرف: دز مورد توصیه آن ۰/۵ در هزار می باشد.

موارد مصرف: سم بسیار خوبی برای کنترل آفات سبزیجات می باشد و از جمله سمومی است که می توان از آن در IPM برخی از محصولات زراعی و یا باغی استفاه کرد. دوره کارنس این سم ۲- ۳ روز می باشد.

فرمولاسیون: این ترکیب شیمیایی به صورت امولسیون ۵۰ درصد به بازار عرضه شده است.

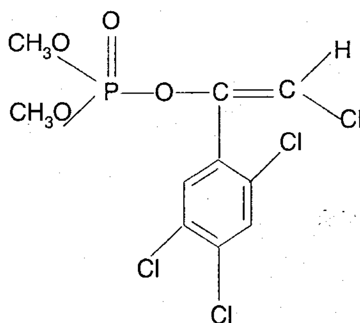
۶- تتراکلروینفوس (tetrachlorvinphos)

نام تجارتی: وینفوس، آپکس، استایروفوس، گاردونا، رابون و گاردساید

فرمول مولکولی: $C_{10}H_9CL_4O_4P$

نام شیمیایی: (Z)-2-chloro-1-(2,4,5-trichlorophenyl)vinyl dimethyl phosphate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این حشره کش توسط وستون و همکاران معرفی گردید و سپس در سال ۱۹٦۳ به وسیله شرکت شل سنتز و به بازار عرضه شد. وزن مولکولی آن ۳٦۵/۹ است. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید رنگی با نقطه ذوب ۹۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۵/۵×۱۰^{-۸}$ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد.

بر روی پارازیتوئیدها و شکارگرها اثرات نامطلوب ندارد. با اکثر حشره کشها و قارچ کشها قابل اختلاط می باشد. در محیطهای قلیایی به شدت ناپایدار است. این سم روی برخی از محصولات نظیر پنبه، هندوانه و توتون ایجاد گیاه سوزی می کند. در بدن پستانداران به سرعت تجزیه شده و متابولیتهای آن در ظرف چند روز از بدن دفع می شوند.

نحوه تأثیر: حشره کشی نسبتاً جدید با طیف حشره کشی زیاد می باشد که از راه تماسی و گوارشی روی حشرات ایجاد مسمومیت می کند.

میزان مصرف: مقدار مصرف آن ۲۵۰ تا ۱۵۰۰ گرم ماده خالص در هکتار است.

موارد مصرف: روی لارو بالپولکداران، مگسها و سخت بالپوشان ایجاد مسمومیت می نماید، ولی بر ضد حشرات مکنده سمیت چندانی ندارد. این سم خاصیت حشره کشی خود را تا دو هفته پس از سمپاشی حفظ می نماید.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۲٤ درصد، پودر و تابل ۵۰ و ۷۵ درصد و گرانول ۵ درصد یافت می شود.

سمیت روی سایر موجودات: برای انسان و دیگر پستانداران خونگرم نسبتاً کم خطر است.

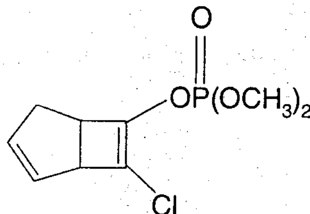
۷- هپتنفوس (heptenophos)

نام تجارتی: هوستاکوئیک و راگادان

فرمول مولکولی: $C_9H_{12}ClO_4P$

نام شیمیایی: 7-chlorobicyclo[3.2.0]hepta-2,6-dien-6-yl dimethyl phosphate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۷۰ توسط شرکت هوخست سنتز و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن روغنی شکل و به رنگ قهوه ای روشن است. دارای نقطه جوش ۹۰-۹۱ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۰۳ میلی بار و فشار بخار $^{-٤}$۱۰×٦/۵ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. در انبار ثبات بسیار خوبی دارد، ولی در محیطهای قلیایی و اسیدی هیدرولیز می شود. در آب با دمای ۲۳ درجه سانتیگراد به میزان ۲/۵ گرم در لیتر، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. با اکثر حشره کشها و قارچ کشها سازگاری دارد.

پس از جذب توسط گیاه و گذشت ۱-۵ روز هیچگونه اثر بیولوژیکی از آن دیده نمی شود. وقتی این سم به موش خورانده شود در مدت ٦ روز ۹۰ درصد آن از طریق ادرار و ٦ درصد از طریق مدفوع دفع می گردد.

نحوه تأثیر: حشره کشی سیستمیک، تماسی و گوارشی است که روی طیف وسیعی از حشرات مکنده به ویژه شته ها مؤثر می باشد. این سم دارای اثر ضربه ای شدید بوده و در سطوح سمپاشی شده دوام کمی دارد. وقتی وارد بافتهای گیاهی می شود سریعاً در قسمتهای مختلف گیاه پخش می گردد و دوام آن روی گیاه نیز کم است.

موارد مصرف: علیه شته کلم و شته های سبزی و جالیز و تریپس پیاز کاربرد دارد.

میزان مصرف: به نسبت یک در هزار برای کنترل شته های جالیز، تریپس و غیره توصیه می شود.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۵۰ درصد وجود دارد.

سمیت روی موجودات زنده: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۱۰۹- ۱۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و از طریق تماسی ۲۲۳٦ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل نیز سمی می باشد.

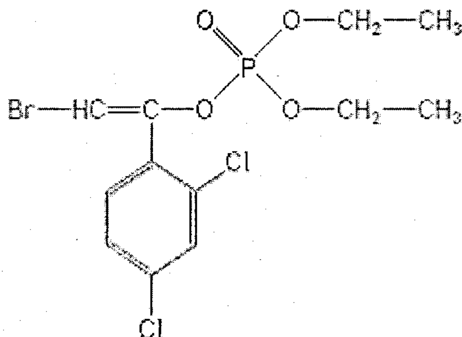
پادزهر: آتروپین، توکزوگونین.

۸- برومو‌فنویفوس (**bromfenvinfos**)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{14}BrCl_2O_4P$

نام شیمیایی: (*EZ*)-2-bromo-1-(2,4-dichlorophenyl)vinyl diethyl phosphate

ساختمان شیمیایی:

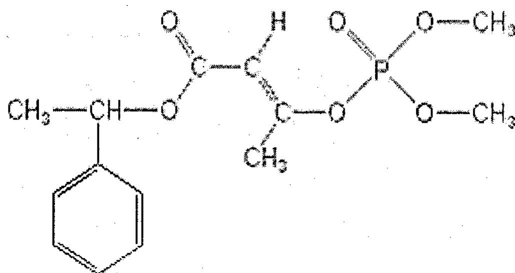


۹- کروتوکسیفوس (**crotoxyphos**)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{19}O_6P$

نام شیمیایی: 1-phenylethyl 3-(dimethoxyphosphinoyloxy)isocrotonate

ساختمان شیمیایی:

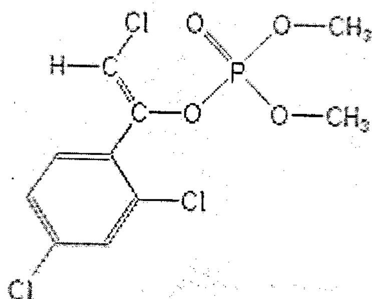


۱۰- دی متیل وینفوس (**dimethylvinphos**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{10}Cl_3O_4P$

نام شیمیایی: (Z)-2-chloro-1-(2,4-dichlorophenyl)vinyl dimethyl phosphate

ساختمان شیمیایی:

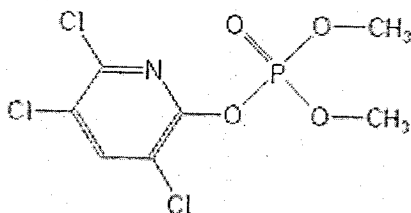


۱۱- فسپیرات (fospirate)

فرمول مولکولی: $C_7H_7Cl_3NO_4P$

نام شیمیایی: dimethyl 3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphate

ساختمان شیمیایی:

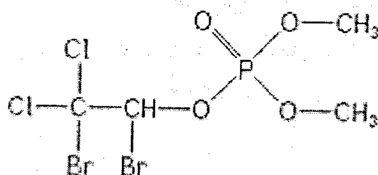


۱۲- نالد (naled)

فرمول مولکولی: $C_4H_7Br_2Cl_2O_4P$

نام شیمیایی: (*RS*)-1,2-dibromo-2,2-dichloroethyl dimethyl phosphate

ساختمان شیمیایی:

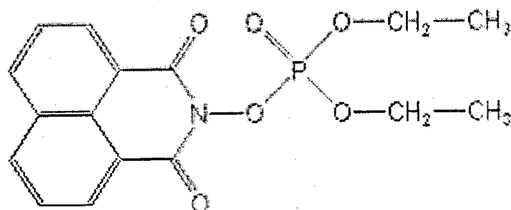


۱۳- نفتالفوس (naftalofos)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{16}NO_6P$

نام شیمیایی: diethyl naphthalimido-oxyphosphonate

ساختمان شیمیایی:



ب- ارگانوتیوفسفاتها

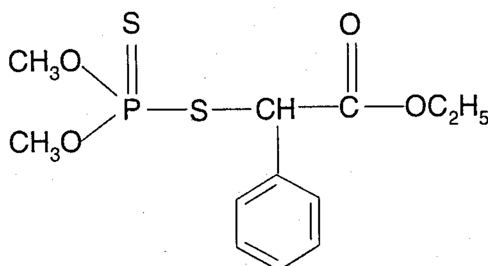
۱- فنتوآت (phenthoate)

نام تجارتی: الزان، سیدیال و تانون

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}O_4PS_2$

نام شیمیایی: *S*-α-ethoxycarbonylbenzyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۶۱ توسط شرکتهای نیسان و مانتیدی سیون ساخته و به بازار عرضه شده است. فنتوات مایع روغنی به رنگ زرد متمایل به قرمز، با بوی معطر بوده و در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. در دمای بالای ۱۲۰ درجه سانتیگراد تجزیه می گردد، اما در شرایط معمولی به دمای محیط مقاوم است. در محیطهای قلیایی هیدرولیز شده و سمیت آن کاهش پیدا می کند. دارای وزن مولکولی ۳۲۰/۳۷ است. نیمه عمر این سم در pH = ۷/٦ و دمای ۱۸-۲۰ درجه سانتیگراد حدود ۲۰ روز می باشد. وقتی روی گیاهان پاشیده شود به آهستگی در بافتهای گیاهی نفوذ می کند. در روی گیاهان ۲۰-۲۵ روز و در روی پوست مرکبات تا ۲/۵ ماه باقی می ماند. در غلظتهای توصیه شده در روی گیاهان ایجاد گیاهسوزی نمی کند. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: فنتوات حشره کش غیر سیستمیک تماسی و گوارشی بوده و دارای کمی خاصیت کنه کشی نیز می باشد. به علاوه، دارای اثر ضربه ای شدید و خاصیت محافظتی بلند مدت در حدود ۲۰ روز است.

موارد مصرف: این سم روی حشرات مکنده، پسیلها، لارو بالپولکداران، پرودنیای چغندرقند و مینوز لکه گرد درختان میوه مؤثر می باشد.

میزان مصرف: برای مبارز با آفات چغندرقند و سویا به نسبت ۲ تا ۳ لیتر در هکتار توصیه می شود.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۵۰ درصد موجود است.

سمیت روی سایر موجودات: برای زنبورهای پارازیتویید سمی بوده و برای زنبورهای گرده افشان نیز فوق العاده سمی است. همچنین برای تعدادی از حشرات دارای خاصیت دور کنندگی می باشد.

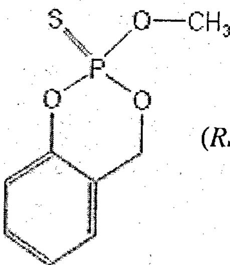
پادزهر: پادزهر اختصاصی ندارد، ولی داروهای آرام بخش مانند باربیتوراتها علیه آن توصیه می گردد.

۲- دی اکسابنزوفوس (dioxabenzofos)

فرمول مولکولی: $C_8H_9O_3PS$

نام شیمیایی:
(*RS*)-2-methoxy-4*H*-1,3,2λ[5]-benzodioxaphosphinine 2-sulfide

ساختمان شیمیایی:

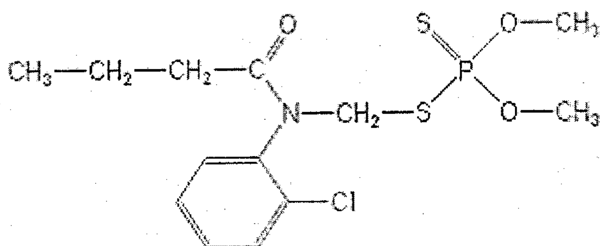


۳- فسمتیلان (fosmethilan)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{19}ClNO_3PS_2$

نام شیمیایی: *S*-[*N*-(2-chlorophenyl)butyramidomethyl] *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



پ- ارگانوتیوفسفاتهای آلیفاتیک

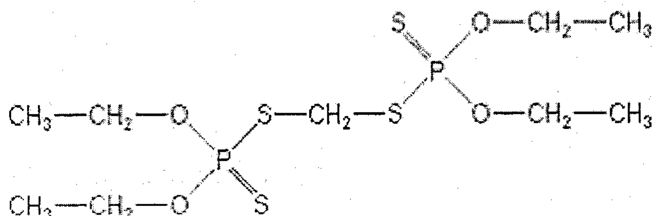
۱- اتیون (ethion)

نام تجارتی: اتانوکس، اتیول و همیموکس و Cethion

فرمول مولکولی: $C_9H_{22}O_4P_2S_4$

نام شیمیایی: *O,O,O′,O′*-tetraethyl *S,S′*-methylene bis(phosphorodithioate)

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵٦ توسط شرکت رون پولن ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۳۸٤/٤۸، نقطه ذوب ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۱٦۵ درجه سانتیگراد در فشار ۰/٤ میلی بار می باشد. وقتی با روغن مخلوط گردد خاصیت حشره کشی آن تقویت می شود. این آفت کش روی تخم حشرات و شپشکهای نباتی مؤثر است. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کش و کنه کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی می باشد.

میزان مصرف: محلول پاشی به نسبت ۱/۵ تا ۲ در هزار به همراه روغن برای سمپاشی درختان در حال استراحت در زمستان به منظور از بین بردن تخم حشرات، کنه ها و شپشکها توصیه می گردد.

موارد مصرف: علیه شپشکها و سپردارهای درختان میوه سردسیری و مرکبات به کار برده می شود.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ٤۷ درصد وجود دارد، اما سایر فرمولاسیونهای آن شامل پودر وتابل ۲۵٪ ، امولسیون ٤۰٪ و گرانول ۵ تا ۱۰ درصد می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۱۲۸-۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی و ۲۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای پرندگان می باشد.

پادزهر: آتروپین.

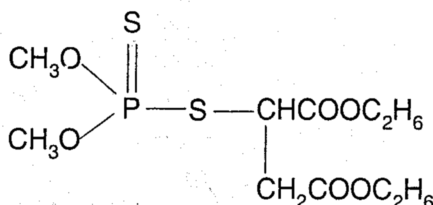
۲- مالاتیون (malathion)

نام تجارتی: کاربوفوس، سومیتوکس، مالافل، سیتیون، فیفانون

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{19}O_6PS$

نام شیمیایی: diethyl (dimethoxythiophosphorylthio)succinate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: مالاتیون از مشتقات اسید فسفرو دی تیونیک است. این سم که در سال ۱۹۵۲ توسط جانسون و همکاران شناخته شده و به وسیله شرکت سومیتومو و رون پلن به بازار عرضه گردیده، در سالهای ۱۹۸٦ و ۱۹۸۸ به عنوان سم انتخابی برای کنترل مگس میوه در آمریکا معرفی شده است. ماده خالص آن مایع شفاف زرد کهربایی با نقطه ذوب ۱۲۰ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۳۲۰/۳٦ است که در دمای ۲/۸۵ درجه سانتیگراد به صورت جامد در می آید. خاصیت تبخیری آن به میزان ۲/۳٦ میلی گرم بر متر مکعب است. در حلالهای آلی به استثنای هیدروکربورهای اشباع شده به خوبی حل می شود. حلالیت آن در آب با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به میزان ٤۵ میلی گرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی است. مالاتیون پایداری کمی در برابر دمای زیاد دارد، به طوری که با افزایش دمای محیط سریعاً تجزیه می شود و در ابتدا تشکیل ایزومر بسیار سمی تیولو را می دهد. مالاتیون در محیطهای اسیدی و قلیایی تجزیه شده و تشکیل متابولیتهایی را می دهد که سمیت کمتری برای موجودات زنده دارند. این سم وقتی برای مدت طولانی در معرض آهن قرار گیرد تجزیه شده و خاصیت سمی خود را از دست می دهد و به همین دلیل نباید آن را داخل ظروف فلزی نگهداری نمود. مالاتیون به دلیل تجزیه و تبخیر از روی سطوح سمپاشی شده گیاهی ناپدید می شود. در داخل بافت گیاهان نیز توسط آنزیمهای فسفاتاز و کربوکسی استراز به شدت هیدرولیز شده و ناپدید می گردد. دوره کارنس مالاتیون ۲۰ روز است.

در شرایط مزرعه مدت ۱۰-۱۵ روز و در داخل خاک ۷-۸ روز پس از سمپاشی از بین می رود. این سم پس از سمپاشی در بدن حشرات تبدیل به مالااکسون می شود. هیدرولیز مالاتیون با سرعت بسیار کمتری انجام می شود. کاربرد مداوم این سم باعث مقاومت حشرات و کنه ها به آن و یا به سایر ترکیبات فسفره می گردد. حشرات مقاوم به مالاتیون دارای آنزیم مالاتیون اکسیداز هستند، ولی برخی از حشرات مقاوم دارای استراز و فسفاتازها می باشند که در نتیجه، به کلیه ترکیبات فسفره مقاوم بوده و قادرند تمام سموم فسفره را تجزیه و غیر سمی نمایند. بهترین مزیت مالاتیون عدم تجمع آن در نسوج جانوری است و به همین دلیل در دامپزشکی از آن برای کنترل انگلهای خارجی استفاده می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با خاصیت تماسی، گوارشی و کمی خاصیت تنفسی ـ کنه کشی است.

میزان مصرف: برای رز، کاج، پیاز و چای به میزان ۲ در هزار، سبزی و جالیز ۱ تا ۱/۵ در هزار، یونجه ۳ در هزار، ملخ غلات ۰/۷ تا ۱/۵ لیتر، نخیلات ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار، نیشکر ۲/۵ لیتر در هکتار، زیتون ۲/۵ در هزار، مرکبات ۲ تا ۲/۵ در هزار و درختان میوه سردسیری ۱ تا ۲ در هزار مصرف می شود.

موارد مصرف: مالاتیون عمدتاً علیه سنین اول لارو بالپولکداران، زنبورها، شته ها و پسیلها مؤثر بوده و علاوه بر این برای موش خانگی، زنبور عسل و زنبورهای گرده افشان نیز بسیار خطرناک می باشد. این سم علیه آفات غلات، آفات درختان میوه سردسیری، زنجره میوه خوار، شپشک ها، مگس چغندر قند و گیلاس، آفات جالیز، شپشکها و شته های مرکبات، پسیل زیتون، آفات یونجه، ملخ آسیایی نیشکر، شته رز و کاج، آفات غلات و حبوبات انباری نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: مالاتیون در بازار به صورت امولسیون ۵۷ درصد وجود دارد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} ماده تکنیکال آن برای موش صحرایی ۴۵۰-۱۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. سمیت پوستی آن کم می باشد.

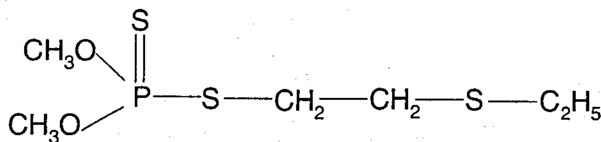
۳- تیومتون (thiometon)

نام تجارتی: اکاتین و ابایسید

فرمول مولکولی: $C_6H_{15}O_2PS_3$

نام شیمیایی: *S*-2-ethylthioethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: اکاتین توسط شرکت ساندوز سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل امولسیون روغنی بی رنگ با نقطه جوش ۱۲۱ درجه سانتیگراد در فشار ۱/۳ میلی بار و فشار بخار 4×10^{-4} در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. مخلوط این سم در حلالها نسبتاً پایدار است، ولی فرم خالص آن پایداری کمتری دارد. در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این ترکیب برای حشرات مکنده به ویژه شته ها حالت انتخابی دارد. در گیاهان و خاک گروه متیل به سرعت اکسیده شده و به سولفوکساید و سپس سولفون تبدیل می شود و ادامه متابولیسم به متابولیتهای محلول در آب منجر می گردد.

نحوه تأثیر: حشره کشی سیستمیک بوده و دارای خاصیت کنه کشی نیز می باشد.

میزان مصرف: محلول پاشی به میزان ۱ تا ۱/۵ لیتر در هکتار صورت می گیرد (فقط در مورد شدت حمله سن سبز برابر دز معمولی توصیه می شود).

موارد مصرف: این سم علیه سن سبز، سنک پنبه، زنجرک سبز، زنجرک ناقل کرلی تاپ چغندرقند، شته ها از جمله شته چغندرقند و شته های درختان میوه سردسیری، تریپسها و سایر حشرات مکنده سویا مورد استفاده قرار می گیرد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۱۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق دهانی برای موش صحرایی است.

پادزهر: آتروپین همراه با PAM یا اوبی دو اکسیم کلراید.

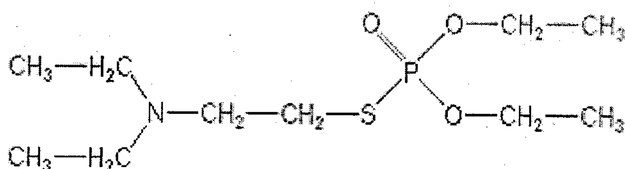
ملاحظات: این سم کولین استراز خون را کاهش می دهد.

۴- آمیتون (amiton)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{24}NO_3PS$

نام شیمیایی: *S*-2-diethylaminoethyl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

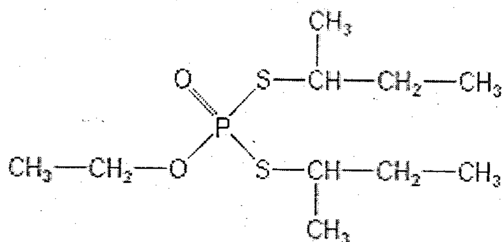


۵- کادوسافوس (cadusafos)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{23}O_2PS_2$

نام شیمیایی: *S,S*-di-*sec*-butyl *O*-ethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

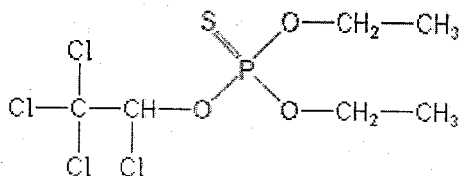


۶- کلروتوکسیفوس (chlorethoxyfos)

فرمول مولکولی: $C_6H_{11}Cl_4O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl (*RS*)-*O*-(1,2,2,2-tetrachloroethyl) phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



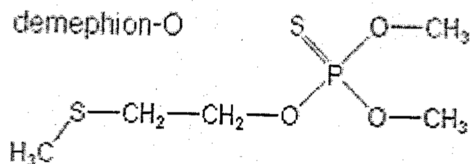
۷- دمفیون (demephion)

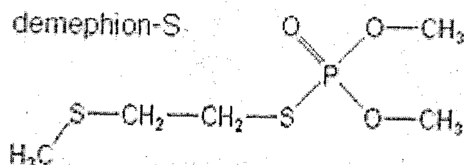
فرمول مولکولی: $C_5H_{13}O_3PS_2$

نام شیمیایی:

O,O-dimethyl *O*-2-methylthioethyl phosphorothioate and *O,O*-dimethyl *S*-2-methylthioethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



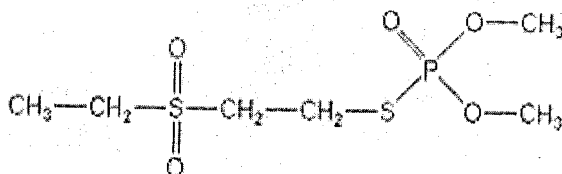


۸- دیمتون- اس- متیل سولفون (demeton-S-methylsulphon)

فرمول مولکولی: $C_6H_{15}O_5PS_2$

نام شیمیایی: *S*-2-ethylsulfonylethyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

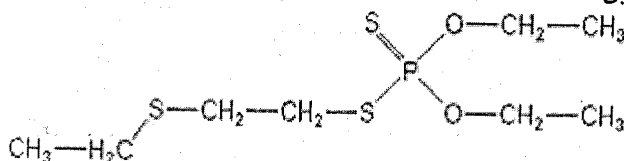


۹- دی سولفوتون (disulfoton)

فرمول مولکولی: $C_8H_{19}O_2PS_3$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *S*-2-ethylthioethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

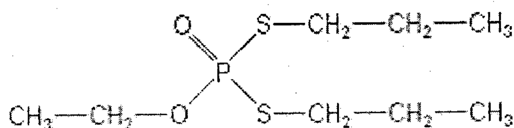


۱۰- اتوپروفوس (ethoprophos)

فرمول مولکولی: $C_8H_{19}O_2PS_2$

نام شیمیایی: *O*-ethyl *S,S*-dipropyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

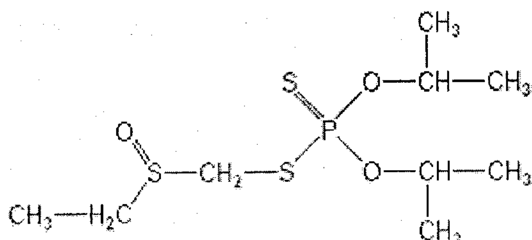


۱۱- IPSP

فرمول مولکولی: $C_9H_{21}O_3PS_3$

نام شیمیایی: *S*-ethylsulfinylmethyl *O,O*-di-isopropyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

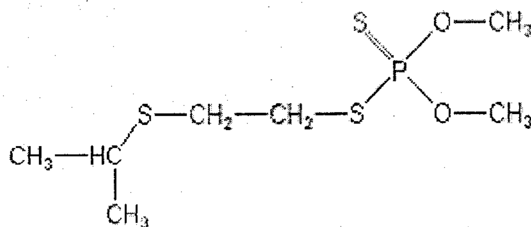


۱۲- ایزوتیوآت (isothioate)

فرمول مولکولی: $C_7H_{17}O_2PS_3$

نام شیمیایی: *S*-2-isopropylthioethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

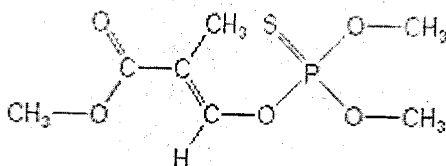


۱۳- متاکریفوس (methacrifos)

فرمول مولکولی: $C_7H_{13}O_5PS$

نام شیمیایی: methyl (*E*)-3-(dimethoxyphosphinothioyloxy)-2-methylacrylate

ساختمان شیمیایی:

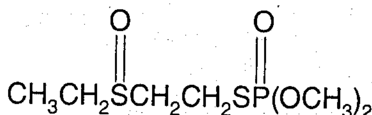


۱۴- اکسی دیمتون متیل (oxydemeton-methyl)

نام تجارتی: متاسیستوکس آر

فرمول مولکولی: $C_6H_{15}O_4PS_2$

ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵٦ توسط شرادر کشف شده و سپس شرکت بایر و موبای آن را سنتز و به بازار عرضه کرده اند. فرم خالص آن به شکل امولسیون زرد رنگ با نقطه ذوب کمتر از ۱۰٤ درجه سانتیگراد می باشد، نقطه جوش آن ۱۰٦ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۰۱۳ میلی بار و فشار بخار آن $3/8 \times 10^{-5}$ میلی بار در دمای ٤ تا ۲۰ درجه سانتیگراد است. این سم در درون گیاه اکسیده شده و سولفوکساید و سولفون می دهد. متابولیت های آن دارای خاصیت حشره کشی هستند. این ترکیب از طریق ریشه، وارد گیاه شده و در شیره خام و پرورده جریان پیدا می کند و گاهی اوقات در سلول های گیاهی تجمع می یابد. این سم برای انسان و دام بسیار خطرناک است. در آب و اکثر حلال های آلی به خوبی حل می شود. در محیطهای اسیدی نسبتاً بطئی تجزیه می گردد، ولی در محیطهای قلیایی به سرعت تجزیه می شود. گروه سولفوکساید در اثر اکسیداسیون به سولفون تبدیل می شود، ولی در اثر هیدرولیز و اکسیداسیون در زنجیر جانبی گسستگی ایجاد شده و اسید فسفریک و اسید دی متیل فسفریک تولید می گردد. این سم دارای دو ایزومر تیونو و تیولو می باشد.

نحوه تأثیر: این ترکیب سیستمیک و پایدار بوده و دارای خاصیت شته کشی و کنه کشی می باشد.

موارد مصرف: این سم برای کنترل شته ها از جمله شته سبز توتون، شته سبز غلات، شته چغندر و شته سبز درختان میوه؛ پسیل ها، تریپس ها مانند تریپس پنبه، آفات پنبه، آفات سیب، زنجرک سبز و زنجرک ناقل کرلی تاپ، پروانه میوه خوار پسته، آفات سویا و شپشک خونی نارون به کار می رود.

میزان مصرف: برای کنترل شته ها به نسبت ۱ در هزار توصیه می شود. به علاوه، به صورت محلول پاشی به میزان ۱ تا ۱/۵ در هزار یا ۱ تا ۰/۵ لیتر در هکتار نیز مصرف می گردد.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۲۵ درصد وجود دارد.

سمیت روی موجودات زنده: برای زنبور عسل به شدت سمی است. دز ۵۰ درصد کشندگی آن برای موش صحرایی ۶۵-۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم از طریق گوارشی و ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق تماسی است.

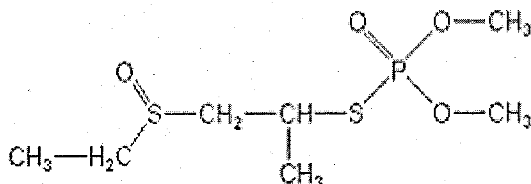
پادزهر: سولفات آتروپین، توگزوکونین 2PAM، توگزوکونین با سولفات آتروپین.

۱۵- اکسی دی پروفوس (oxydeprofos)

فرمول مولکولی: $C_7H_{17}O_4PS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*S*-2-ethylsulfinyl-1-methylethyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

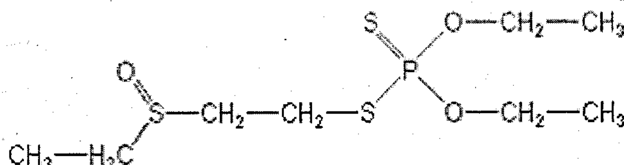


۱۶- اکسی دی سولفوتون (oxydisulfoton)

فرمول مولکولی: $C_8H_{19}O_3PS_3$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *S*-2-ethylsulfinylethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

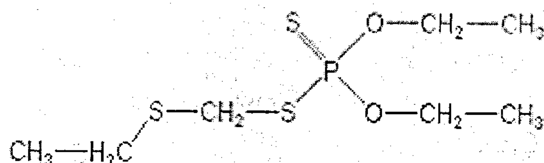


۱۷- فورات (phorate)

فرمول مولکولی: $C_7H_{17}O_2PS_3$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *S*-ethylthiomethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

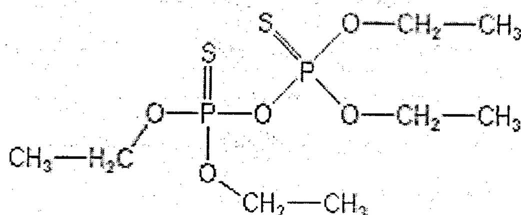


۱۸- سولفوتپ (**sulfotep**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{20}O_5P_2S_2$

نام شیمیایی: *O,O,O′,O′*-tetraethyl dithiopyrophosphate

ساختمان شیمیایی:

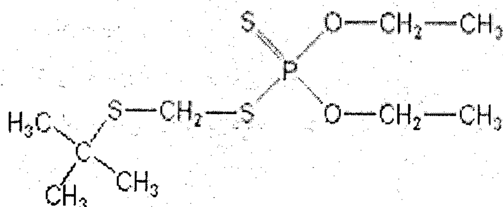


۱۹- تربوفوس (**terbufos**)

فرمول مولکولی: $C_9H_{21}O_2PS_3$

نام شیمیایی: *S-tert*-butylthiomethyl *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



ت- ارگانوتیوفسفاتهای آلیفاتیک آمید

۱- دی متوآت (**dimethoate**)

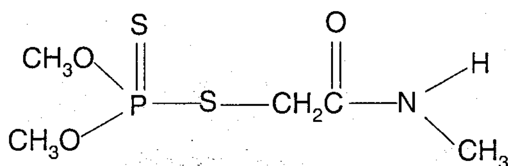
نام تجاری: پرفکتیون، رکسیون، راگور، سایگون و دایماتات

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *S*-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate

فرمول مولکولی: $C_5H_{12}NO_3PS_2$

وزن مولکولی: ۲۲۹/۲

ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط شرکتهای مختلف نظیر سیانامید، اف.بی.سی بوهرینگر، شل، ب. آ. اس. اف، سلامرک و سومیتومو سنتز و فرموله می شود. فرم خالص آن به شکل کریستالهای سفید رنگ با نقطه جوش ۱۱۷ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۱۳ میلی بار و فشار بخار 10^{-5} میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در محیطهای اسیدی به طور بطئی، ولی در محیطهای قلیایی سریعاً هیدرولیز می شود. در شرایط معمولی به مدت ۲ سال در انبار قابل نگهداری می باشد. این ترکیب خاصیت تجمعی ندارد. دیمتوآت را نباید روی درختان میوه هسته دار نظیر هلو، گوجه، زرد آلو و غیره به کار برد. برای زنبور عسل و ماهی ها کاملاً خطرناک است. در گیاهان و جانوران در اثر اکسیداسیون، تیوفسفات تولید می کند و در اثر هیدرولیز به اسید فسفریک و تیوفسفریک تبدیل می شود. گروه استرمتیل را از دست داده و از طریق هیدرولیز گروه متیل آمینو گسسته می شود.

نحوه تأثیر: حشره کش سیستمیک و تماسی است و طیف وسیعی از حشرات را تحت تأثیر قرار می دهد.

موارد مصرف: این سم برای کنترل شته ها از جمله شته های غلات، کرم سیب، سپردارهای مرکبات، سفیده کلم، آفات پنبه و چغندر، شپشکهای درختان میوه، تریپسها و سایر حشرات مکنده سویا و نماتد ساقه یونجه توصیه می شود.

مقدار مصرف: محلول پاشی به میزان ۱ لیتر در هزار.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون ٤٦ درصد است و از این امولسیون به نسبت ۲ در هزار توصیه و مصرف می شود.

سمیت روی موجودات زنده: LD_{50} آن ۲۹۰-۲۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

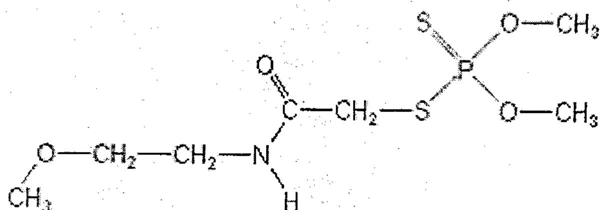
پادزهر: آتروپین، پام، 2PAM ، 2PAM M، می تواند به آتروپین اضافه شود.

۲- آمیدیتیون (amidithion)

فرمول مولکولی: $C_7H_{16}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *S*-2-methoxyethylcarbamoylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

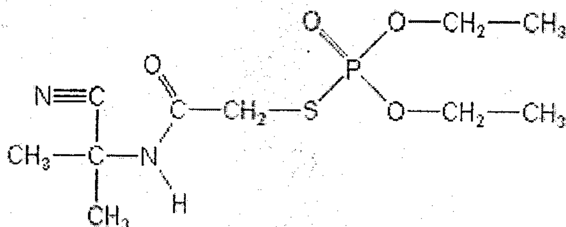


۳- سیانتوآت (**cyanthoate**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{19}N_2O_4PS$

نام شیمیایی: *S*-[*N*-(1-cyano-1-methylethyl)carbamoylmethyl] *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

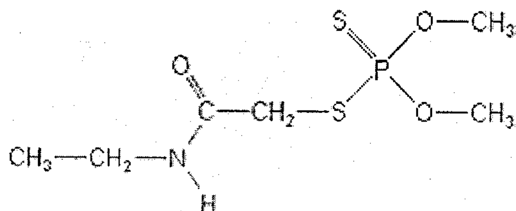


۴- اتوآت- متیل (**ethoate-methyl**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{14}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: *S*-ethylcarbamoylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

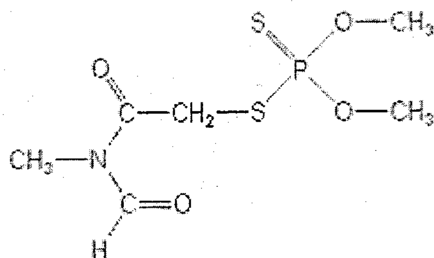


۵- فورموتیون (**formothion**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *S*-[formyl(methyl)carbamoylmethyl] *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

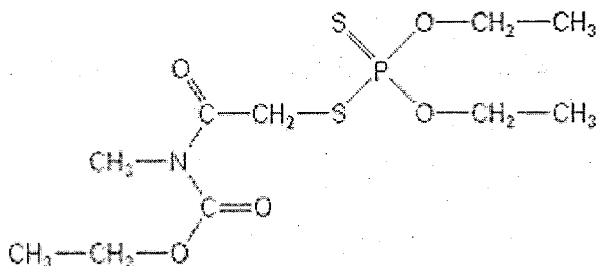


۶- مکاربام (**mecarbam**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{20}NO_5PS_2$

نام شیمیایی: ethyl *N*-(diethoxythiophosphorylthio)acetyl-*N*-methylcarbamate

ساختمان شیمیایی:

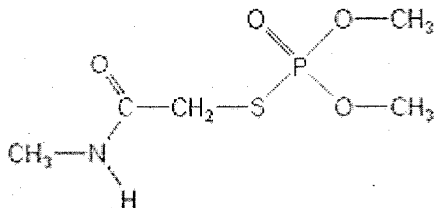


۷- اُمتوآت (**omethoate**)

فرمول مولکولی: $C_5H_{12}NO_4PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *S*-methylcarbamoylmethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

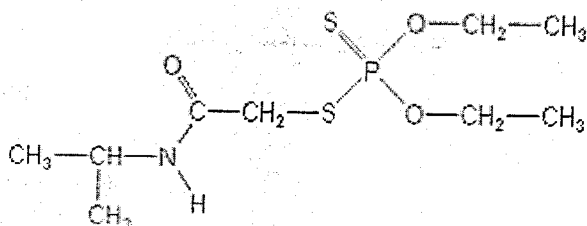


۸- پروتوآت (**prothoate**)

فرمول مولکولی: $C_9H_{20}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *S*-isopropylcarbamoylmethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

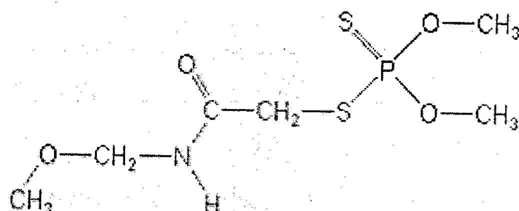


۹- سوفامید (**sophamide**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{14}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *S*-methoxymethylcarbamoylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

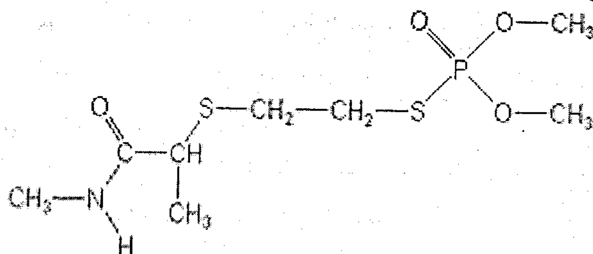


۱۰- وامیدوتیون (**vamidothion**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{18}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-2-(2-dimethoxyphosphinoylthioethylthio)-*N*-methylpropionamide

ساختمان شیمیایی:



ث- ارگانوتیوفسفاتهای اکسیم دار

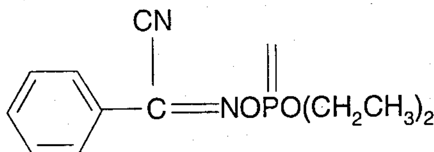
۱- فوکسیم (phoxim)

نام تجارتی: ولاتون، بایتیون و والکسون

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{15}N_2O_2PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl α-cyanobenzylideneamino-oxyphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۹ توسط وی بو و همکاران معرفی گردیده و سپس توسط شرکت بایر ساخته و به بازار عرضه شده است. به شکل خالص مایع متمایل به رنگ زرد، با بوی مشخص و فاقد خاصیت تبخیری است. در آب به مقدار ناچیز حل می شود ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. در محیطهای قلیایی به آسانی تجزیه شده و به مواد غیر سمی تبدیل می شود. در روی سطوح سمپاشی شده ناپایدار است. ماده ای که در اثر ایزومریزه شدن آن به دست می آید سمیت بیشتری دارد ولی مقاومت آن در برابر هیدرولیز کم است. این سم وقتی به صورت گرانول به خاک داده می شود دوام خود را ۳-٤ ماه حفظ می کند. در دزهای توصیه شده اثرات منفی بر روی گیاهان ندارد، اما وقتی غلظت سم افزایش می یابد، کاهش رشد و عملکرد در تعدادی از گیاهان مشاهده می شود. این سم در داخل گیاه سریعاً تجزیه می گردد؛ به عنوان مثال در گیاه پنبه یک روز پس از سمپاشی ۲۰٪ و ۵ روز بعد فقط ۱ درصد از سم باقی می ماند.

نحوه تأثیر: دارای خاصیت تماسی - گوارشی با اثر ضربه ای شدید و اثر حفاظتی کوتاه مدت است و طیف وسیعی از حشرات را می کشد.

میزان مصرف: برای کنترل سوسک کلرادو، سفیده کلم و سوسک برگخوار غلات امولسیون ۵۰ درصد به نسبت ۰/۵ تا ۱ کیلو ماده خالص در هکتار توصیه می شود.

موارد مصرف: فوکسیم سمیت شدیدی روی لارو بالپولکداران، سخت بالپوشان، شته ها، زنجرکها و آفات انباری دارد.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت امولسیون ۵۰ درصد و گرانول ۵ درصد موجود است.

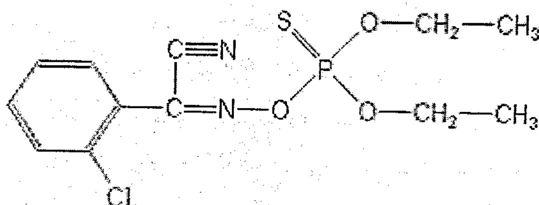
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۱۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. خواص تجمعی آن متوسط بوده و در بدن جانوران از طریق دی اتیلاسیون، اکسیداسیون و هیدرولیز متابولیزه می شود.

۲- کلروفوکسیم (chlorphoxim)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{14}ClN_2O_3PS$

نام شیمیایی: 2-(2-chlorophenyl)-2-(diethoxyphosphinothioyloxyimino)acetonitrile

ساختمان شیمیایی:

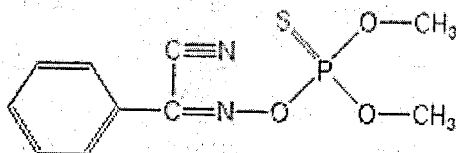


۳- فوکسیم- متیل (phoxim-methyl)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{11}N_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl α-cyanobenzylideneamino-oxyphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:



ج- ارگانوتیوفسفاتهای هتروسیکلیک

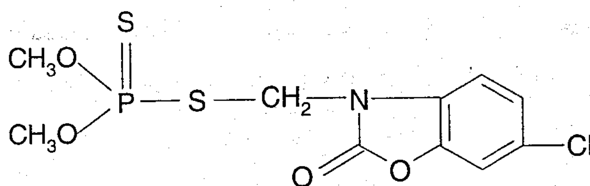
۱- فوزالون (phosalone)

نام تجارتی: بنزفوس، زولن، روپیتوکس، آزوفن و امباساید

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{15}ClNO_4PS_2$

نام شیمیایی: *S*-6-chloro-2,3-dihydro-2-oxobenzoxazol-3-ylmethyl *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹٦۳ توسط دسموراس و همکاران کشف گردید و سپس شرکت رون پولن فرانسه آن را سنتز و به بازار عرضه کرد. فرم خالص آن به شکل بلوری یا کریستالهای جامد و سفید رنگی است که بوی سیر می دهد. نقطه ذوب آن ٤٥-٤٨ درجه سانتیگراد بوده و فاقد خاصیت تبخیری یا تدخینی است. به میزان ۱۰ میلی گرم بر لیتر در آب حل می شود، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. فوزالون در محیطهای خنثی و نسبتاً اسیدی پایدار است، اما در محیطهای قلیایی سریعاً پس از شکستن باند P-X، هیدرولیز شده و تجزیه می گردد. همچنین آن در اثر اکسیداسیون، به آنالوگهای P=O که سمی ترند تبدیل می شود. این آنالوگها نسبتاً ناپایدار بوده و سریعاً تجزیه می گردند. در داخل خاک، روی برگ گیاهان، داخل بافتهای گیاهی نسبتاً سریع تجزیه شده و به مواد غیر سمی تبدیل می شود. باقیمانده فوزالون ۱۸-۲۱ روز پس از مصرف در داخل خاک مشاهده می شود و در داخل گیاه نیز تا ۳۰ روز باقی می ماند. از طریق لایه های کوتیکولی گیاهان وارد گیاه شده و در پوست میوه ها و کوتیکول برگها تجمع می یابد. در داخل گیاه از طریق آوندها انتقال پیدا نکرده و در گیاهان ایجاد گیاهسوزی نمی کند. نیمه عمر آن در خاک ۷ روز است. در بدن حیوانات خونگرم در اثر اکسیداسیون به تیوفسفات تبدیل شده و سپس هیدرولیز می گردد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: فوزالون حشره کش و کنه کشی تماسی است که دارای اثر ضربه ای شدید بوده و اثر حفاظتی نسبتاً بلند مدتی دارد. همچنین دارای خاصیت نفوذی بوده و حشراتی که در معرض آن باشند، پس از ٤۸ ساعت از بین می روند.

میزان مصرف: محلول پاشی به میزان ۲ تا ۳ لیتر در هکتار یا ۱/۵ در هزار (برای پسیل پسته به نسبت ۲/۵ در هزار) از محلول تجارتی EC ۳۵ درصد توصیه می گردد.

موارد مصرف: علیه آفات چغندرقند، سویا، کرم سیب، کرم به، کرم آلو، پسیل، زنبور و سرخرطومی گلابی و سیب، کرم خوشه خوار مو، زنجرک به و مو، پروانه چوبخوار آفتابگردان، سرخرطومی یونجه، آفات ذرت و سوسک کلرادوی سیب زمینی مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: فوزالون به صورت امولسیون ۳۵٪ و پودر وتابل ۳۰٪ وجود دارد که از امولسیون ۳۵٪ به نسبت ۲/۵ تا ۳ در هزار و یا ۲/۵ تا ۳/۵ لیتر در هکتار توصیه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: سمیت شدیدی برای لارو بالپولکداران، سرخرطومیها، شته ها، زنجرکها و لارو سخت بالپوشان دارد، اما سمیت آن برای زنبور عسل و دیگر زنبورهای گرده افشان کم است. مزیت مهم دیگر فوزالون اثر شدید آن در دمای پایین می باشد. برای انسان و دیگر جانوران خونگرم سمی است. LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۱۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. سمیت مزمن و تماسی آن کم است. فوزالون سمیت کمی از طریق پوست دارد و در بدن موجودات زنده سریعاً تجزیه شده و به ترکیبات غیر سمی تبدیل می شود.

پادزهر: آتروپین، 2PAM.

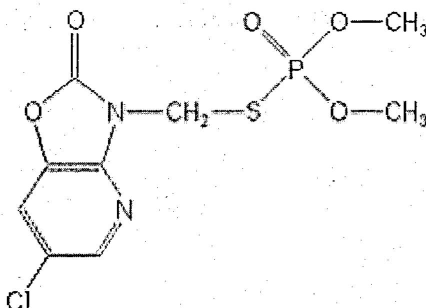
۲- آزامتیفوس (azamethiphos)

فرمول مولکولی: $C_9H_{10}ClN_2O_5PS$

نام شیمیایی:

S-6-chloro-2,3-dihydro-2-oxo-1,3-oxazolo[4,5-*b*]pyridin-3-ylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

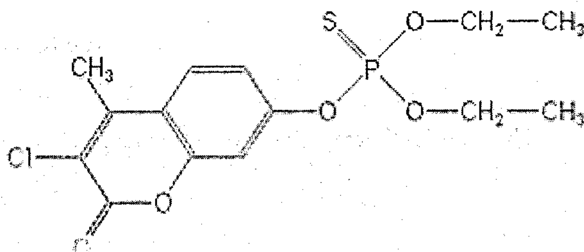


۳- کومافوس (coumaphos)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{16}ClO_5PS$

نام شیمیایی: *O*-3-chloro-4-methyl-2-oxo-2*H*-chromen-7-yl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



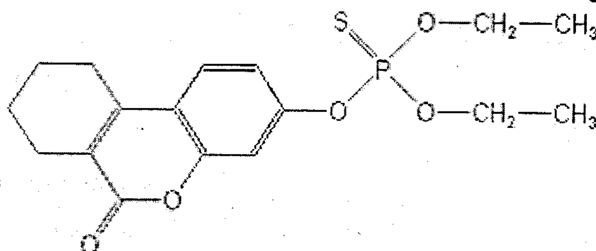
۴- کومیتوآت (coumithoate)

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{21}O_5PS$

نام شیمیایی:

O,O-diethyl *O*-(7,8,9,10-tetrahydro-6-oxo-6*H*-benzo[*c*]chromen-3-yl) phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

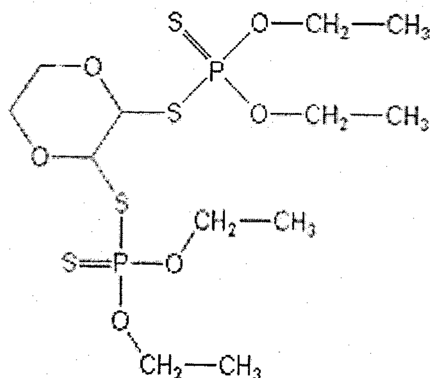


۵- دی اکساتیون (dioxathion)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{26}O_6P_2S_4$

نام شیمیایی: *S,S'*-(1,4-dioxane-2,3-diyl) *O,O,O',O'*-tetraethyl bis(phosphorodithioate)

ساختمان شیمیایی:

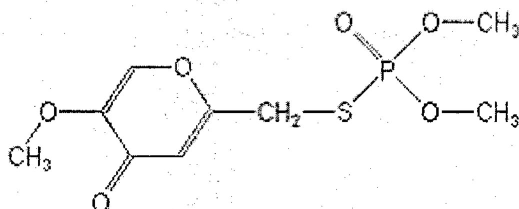


۶- اندوتیون (endothion)

فرمول مولکولی: $C_9H_{13}O_6PS$

نام شیمیایی: *S*-5-methoxy-4-oxo-4*H*-pyran-2-ylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

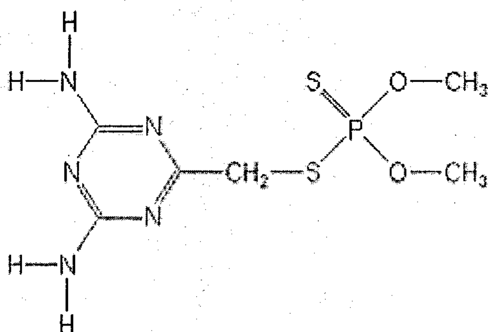


۷- منازون (**menazon**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}N_5O_2PS_2$

نام شیمیایی: *S*-4,6-diamino-1,3,5-triazin-2-ylmethyl *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

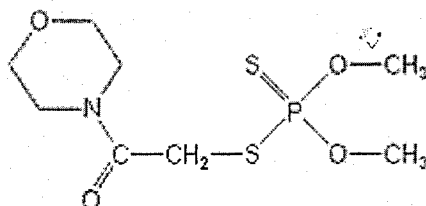


۸- مورفوتیون (**morphothion**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{16}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *S*-morpholinocarbonylmethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

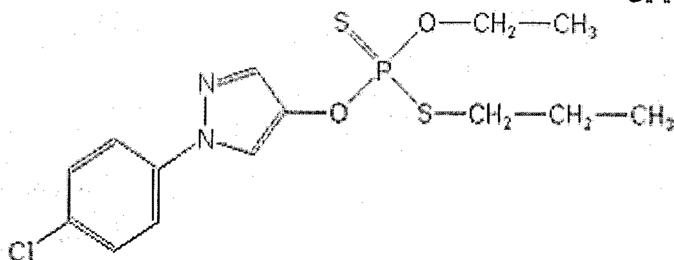


۹- پیراکلفوس (**pyraclofos**)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{18}ClN_2O_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-1-(4-chlorophenyl)pyrazol-4-yl *O*-ethyl *S*-propyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

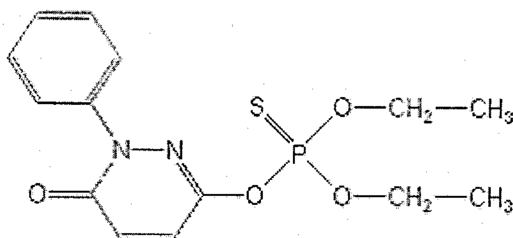


۱۰- پیریدافنتیون (pyridaphenthion)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{17}N_2O_4PS$

نام شیمیایی: *O*-(1,6-dihydro-6-oxo-1-phenylpyridazin-3-yl) *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

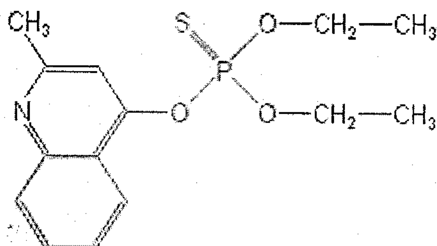


۱۱- کوئینوتیون (quinothion)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{18}NO_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-2-methylquinol-4-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



چ- ارگانوتیوفسفاتهای بنزوتیوپیران

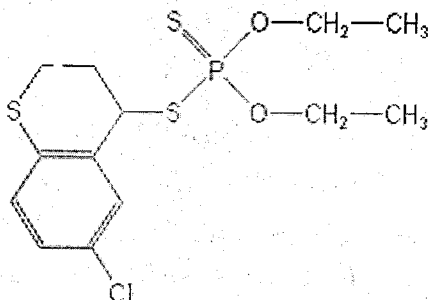
۱- دی تیکروفوس (dithicrofos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{18}ClO_2PS_3$

نام شیمیایی:

S-(6-chloro-3,4-dihydro-2*H*-1-benzothi-in-4-yl) *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

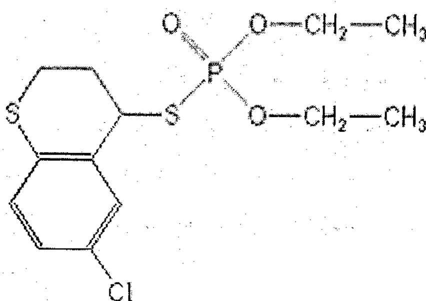


۲- تیکروفوس (thicrofos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{18}ClO_3PS_2$

نام شیمیایی: *S*-(6-chloro-3,4-dihydro-2*H*-1-benzothi-in-4-yl) *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



ح- ارگانوتیوفسفاتهای بنزوتریامین

۱- آزینفوس متیل (azinphos-methyl)

نام تجارتی: گوزاتیون- ام و گوزاتیون

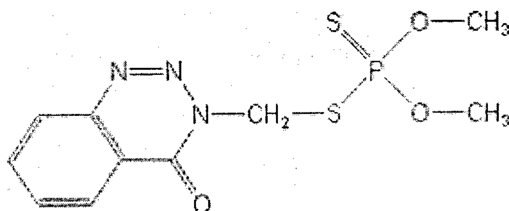
فرمول مولکولی: $C_{10}H_{12}N_3O_3PS_2$

نام شیمیایی:

S-(3,4-dihydro-4-oxobenzo[*d*]-[1,2,3]-triazin-3-ylmethyl) *O,O*-dimethyl phosphorodithioate

وزن مولکولی: ۳۱۷/۳

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: آزینفوس متیل در سال ۱۹۵٤ توسط شرکت بایر آلمان و موبای سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید رنگ با نقطه ذوب ۷۳ تا ۷٤ درجه سانتیگراد است. فشار بخار آن کمتر از ۱۰ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. دوام آن نیز نسبتاً زیاد است. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این سم دارای خاصیت تماسی گوارشی با طیف وسیع است.

میزان مصرف: برای پنبه به میزان ۵ لیتر در هکتار از EC ۲۰ درصد. درختان میوه، ۲ در هزار برای زیتون و مو، مرکبات ۲ در هزار و شپشک خونی نارون ۱/۵ تا ۲ در هزار مصرف می شود. برای کنترل آفات پنبه، مرکبات، درختان میوه دانه دار و مگس خربزه نیز امولسیون ۵۰ درصد به نسبت ۲ در هزار توصیه می گردد. دوره کارنس آن ۱۵ تا ۲۱ روز و مقدار باقی مانده مجاز آن در میوه جات ۲ قسمت در میلیون است.

موارد مصرف: آزینفوس متیل روی کنه های گیاهی نیز مؤثر است. این ترکیب را همراه با روغن برای از بین بردن شپشکهای مرکبات که به سایر سموم مقاوم شده باشند توصیه می کنند. باید از کاربرد این سم روی درختان میوه زودرس ممانعت به عمل آید.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت امولسیون ۲۰ درصد، گرد قابل تعلیق ۵۰ و ۱۵ درصد و گرد ۲/۵ درصد یافت می شود.

سمیت روی سایر موجودات: گوزایتون برای انسان و دام بسیار خطرناک و سمی است و به همین دلیل باید در موقع مصرف تمام احتیاطات لازم را برای جلوگیری از مسمومیت به کار برد. LD_{50} آن برای موش صحرایی ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

پادزهر: آتروپین، پام و توکزوگونین.

ملاحظات: این سم کولین استراز خون را کاهش می دهد و اثر طولانی و دوام زیادی روی محصولات زراعی دارد.

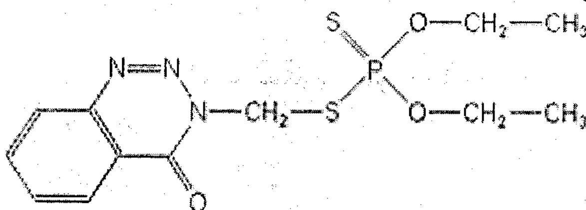
۲- آزینفوس اتیل (azinphos-ethyl)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{16}N_3O_3PS_2$

نام شیمیایی:

S-(3,4-dihydro-4-oxobenzo[*d*]-[1,2,3]-triazin-3-ylmethyl) *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



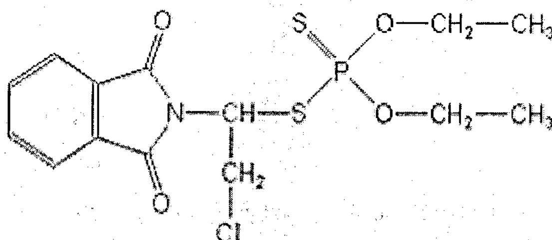
خ- ارگانوتیوفسفاتهای ایزوایندول

۱- دیالیفوس (dialifos)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{17}ClNO_4PS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*S*-2-chloro-1-phthalimidoethyl *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

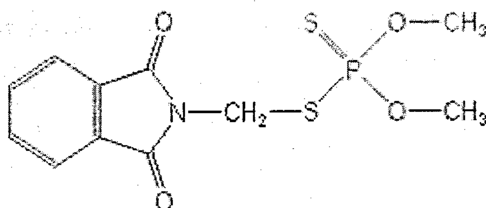


۲- فسمیت (phosmet)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{12}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *S*-phthalimidomethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



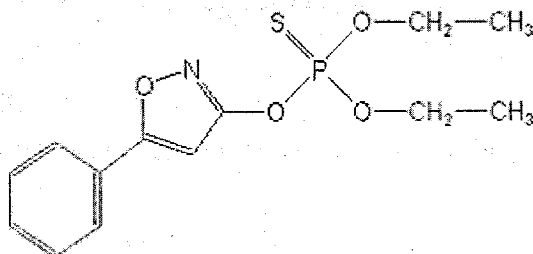
د- ارگانوتیوفسفاتهای ایزوکسازول

۱- ایزوکساتیون (isoxathion)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{16}NO_4PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-5-phenyl-1,2-oxazol-3-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

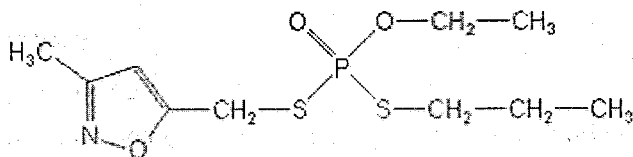


۲- زولاپروفوس (zolaprofos)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{18}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-ethyl *S*-3-methyl-1,2-oxazol-5-ylmethyl *S*-propyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



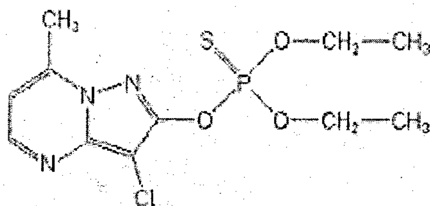
ذ- ارگانوتیوفسفاتهای پیرازول پیریمیدین

۱- کلروپیرازوفوس (chlorprazophos)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}ClN_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-(3-chloro-7-methylpyrazolo[1,5-*a*]pyrimidin-2-yl) *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



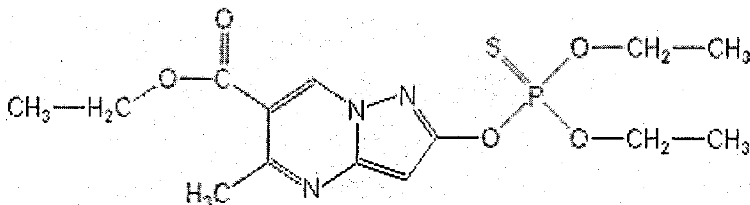
۲- پیرازوفوس (pyrazophos)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{20}N_3O_5PS$

نام شیمیایی:

ethyl 2-diethoxyphosphinothioyloxy-5-methylpyrazolo[1,5-*a*]pyrimidine-6-carboxylate

ساختمان شیمیایی:



ر- ارگانوتیوفسفاتهای پیریدین

۱- کلروپایرویفوس (chlorpyrifos)

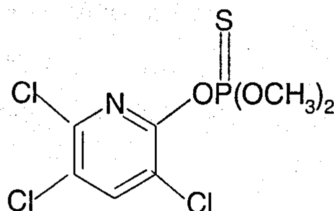
نام تجارتی: دورسبان، لوربان، لولسیران، زدیل، پرینگس

فرمول مولکولی: $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate

وزن مولکولی: ۳۵۰/۶

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این حشره کش توسط کناگا و همکاران در سال ۱۹۶۵ کشف و معرفی گردید و سپس شرکت داو آن را ساخته و به بازار عرضه کرد. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید بی رنگ، با نقطه ذوب ۴۲-۴۳/۵ درجه سانتیگراد و فشار بخار $^{-5}$۱۰× ۲/۴ میلی بار در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است. این سم، پس از تغذیه در بدن پستانداران به متابولیتهای منواتیل تری کلروپری دینوکروپرویفوس تبدیل می شود، ولی تجزیه آن توسط باکتری ها ناچیز است.

نحوه تأثیر: دورسبان حشره کشی با طیف وسیع و دارای خاصیت تماسی، گوارشی و تدخینی است که در خاک و روی اندامهای گیاهی مصرف می شود. ۲-۴ ماه در خاک دوام دارد. اثر تدخینی آن به گونه ای است که بخار آن نقاط مجاور را تحت تأثیر قرار می دهد. این سم با ترکیبات قلیایی قابل اختلاط می باشد.

موارد مصرف: علیه سپردار مرکبات، شپشکهای درختان میوه، مینوز برگ سویا، از گرانول ۵٪ علیه آگروتیس چغندرقند و اسپری جهت مصارف خانگی استفاده می شود.

میزان مصرف: امولسیون ۴۸ درصد به میزان ۱/۵-۲ در هزار برای کنترل شپشک توت و سپردار بنفش زیتون توصیه می شود. از گرانول ۵ درصد نیز به میزان ۳۰ کیلو در هکتار برای کنترل کرم طوقه بر استفاده می کنند. این سم برای کنترل سوسریها نیز توصیه می گردد. به علاوه، برای درختان میوه به میزان ۱ تا ۱/۵ در هزار، مرکبات ۱/۵ تا ۲ در هزار، سویا ۲ تا ۲/۵ لیتر در هکتار مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: این حشره کش به صورت امولسیون ۲۴ و ۴۸ درصد و گرانول ۵ درصد موجود است.

سمیت روی موجودات زنده: LD_{50} آن ۱۳۵-۱۶۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن برای موش صحرایی است.

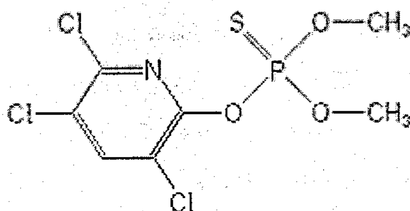
پادزهر: آتروپین همراه با اکسیم.

۲- کلروپایرمیفوس- متیل (chlorpyrifos-methyl)

فرمول مولکولی: $C_7H_7Cl_3NO_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



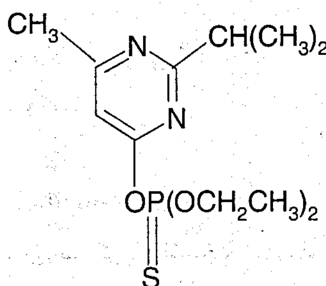
ز- ارگانوتیوفسفاتهای پیریمیدین

۱- دیازینون (diazinon)

نام تجارتی: نئوسیدول، سارولکس ، نوسیدول، اگزودین، دیاگران و دیازول، دیاکاپ و بازودین

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: دیازینون در سال ۱۹۵۲ توسط گاسر معرفی گردید و به وسیله شرکت سیبا گایگلی سنتز و به بازار عرضه شد. نقطه جوش آن در فشار ۱/۳ میلی بار، ۱۲۵ درجه سانتیگراد است. ماده خالص آن مایع روغنی بی رنگی با نقطه ذوب ۸۹ درجه سانتیگراد می باشد. در آب به مقدار کم (۴۰ پی پی ام در لیتر) حل می شود، ولی در اغلب حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. این سم در محیطهای اسیدی و قلیایی هیدرولیز می شود. باقی مانده آن در خاک ۱۲-۱۴ هفته پس از سمپاشی مشاهده می گردد، ولی ۵۰ درصد سم معمولاً در مدت ۲-۳ هفته پس از مصرف تجزیه می شود و عوامل فیزیکی و شیمیایی و میکروارگانیسمها نقش مهمی در این مورد بازی می کنند. دیازینون به صورت گرانول به خاک داده می شود و پس از ورود به قسمتهای مختلف گیاه، باعث محافظت گیاه به مدت ۷-۱۵ روز در مقابل آفات می گردد.

نحوه تأثیر: دیازینون سم نفوذی تماسی بوده و در موارد سیستمیک کم دوام است.

موارد مصرف: در سالهای اخیر از این سم به طور وسیع برای کنترل کرم ساقه خوار برنج استفاده شده است. این سم در غلظتهای توصیه شده ایجاد گیاهسوزی نمی کند. وقتی بذور و

ریشه نشاء با دیازینون ضد عفونی شوند، توقف رشد ریشه و جوانه قابل توجه است. کاهو از جمله گیاهان حساس می باشد. جهت مبارزه با کرم سیب، مگس گلابی، سرخرطومی سیب و گلابی و خوشه خوار انگور و جوانه خوار و Sc ۳۰ درصد علیه سوسری، EC جهت مبارزه با کرم سیب، پسیل گلابی، شپشکهای پسته و مرکبات و نخیلات و آفات چغندرقند، گرانول ۱۰٪ علیه کرم ساقه خوار برنج توصیه می شود.

میزان مصرف: این سم علیه کرم ساقه خوار برنج به میزان ۲ لیتر در هکتار، برای نخیلات ۱/۵ تا ۲ لیتر در هکتار، چغندرقند ۱ تا ۱/۵ لیتر در هکتار، علیه کرم سفید ریشه درختان میوه و درختان جنگلی، تریپس مو، پسیل گلابی و شپشک محلول ۱/۵ در هزار، برای برنج ۱۵ کیلوگرم گرانول ۱۰٪ مورد استفاده قرار می گیرد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} دهانی و پوستی آن به ترتیب ۱۵۰–۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و ۵۰۰–۹۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است. این سم از طریق پوستی جذب شده و ایجاد مسمومیت مزمن می کند.

پادزهر: آتروپین و توکزوگونین

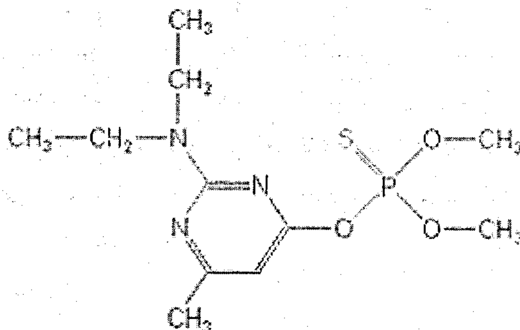
۲- پیریمفوس- متیل (pirimiphos-methyl)

نام تجارتی: اکتلیک، بلکس، پیریگراین، اکتلیفوگ و سیلوزان

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{20}N_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این ترکیب در سال ۱۹۷۰ توسط شرکت آی. سی. آی سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل مایع می باشد. نقطه ذوب آن ۱۵ درجه سانتیگراد و نقطه جوش آن پایین است، به طوری که هنگام جوش تجزیه می شود. این سم در مجاورت مواد اسیدی و قلیایی

قوی هیدرولیز می گردد. در آب به مقدار کم، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. عده زیادی از حشراتی که به دیگر سموم مقاومت نشان داده اند نسبت به این سم حساس هستند. آکتیلیک بسیار ناپایدار بوده و خیلی سریع تبخیر می شود ، به طوری که ۲ تا ۳ روز پس از سمپاشی تنها حدود ۱۰ درصد آن روی گیاه باقی می ماند. نیمه عمر آن در انبارها در موقع آغشته شدن با غلات در حدود ۲ ماه می باشد. یکی از مهمترین متابولیتهای آن در بدن حیوانات خونگرم هیدروپریمیدین است. ADI آن ۰/۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

نحوه تأثیر: این سم از طریق تماسی، گوارشی و تنفسی بر روی عده زیادی از حشرات و کنه های گیاهی و دامی اثر می کند.

موارد مصرف: در حشره کش های خانگی به صورت آئروسول و یا اسپری و برای مبارزه با کرم میوه خوار و کنه خرما به صورت محلول پاشی به میزان ۲ لیتر در هکتار مصرف می شود. این ترکیب فشار بخاری معادل 10^{-4} میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد ایجاد می کند و به همین منظور به عنوان یک حشره کش تدخینی در انبارها مصرف می شود. در سیلوها و انبارها، برای جلوگیری از آلودگی مجدد به آفات به کار می رود. برای ضدعفونی دیوارهای انبار نیز از امولسیون ۵۰ درصد به نسبت یک در هزار استفاده می شود.

میزان مصرف: در ایران از این فرمولاسیون به نسبت ۱/۵ لیتر در هکتار برای کنترل مگسهای سفید توصیه می شود. دوره کارنس این سم دو هفته می باشد.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت امولسیونهای ۲۰ و ۵۰ درصد، گرد ۲ درصد و آئروسول وجود دارد.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۲۰۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق تماسی و گوارشی برای موش صحرایی است.

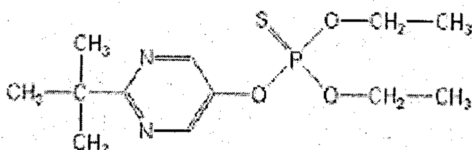
پادزهر: سولفات آتروپین، PAM، سولفات آتروپین همراه 2PAM.

۳- بوتاتیوفوس (**butathiofos**)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2-*tert*-butylpyrimidin-5-yl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



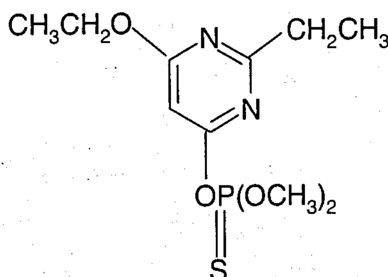
۴- اتریمفوس (etrimfos)

نام تجارتی: اکامت و ساتیسفار

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{17}N_2O_4PS$

نام شیمیایی: *O*-6-ethoxy-2-ethylpyrimidin-4-yl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این حشره کش در سال ۱۹۷۵ توسط کناتی و رئیستر تهیه گردید و به وسیله شرکت ساندوز و آی. سی. آی ساخته و به بازار عرضه شده است. آن دارای نقطه ذوب ۳۳/۵ درجه سانتیگراد و فشار بخار $^{-۵}$۱۰×٦/٥ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. فرم خالص این سم به صورت روغنی بی رنگ می باشد. اتریمفوس در برابر نور نسبتاً پایدار است. این سم را نباید در انباری که دمای آن کمتر از ۱۰- و بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد است نگهداری کرد. در اکثر حلالهای آلی نظیر استون، استونیتریل، کلروفرم، اتانول و هگزان به خوبی حل می گردد. خاصیت آفت کشی خود را به مدت ۷-١٤ روز حفظ می کند. در بدن جانوران و گیاهان تجزیه می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با طیف وسیع می باشد.

موارد مصرف: این سم علیه پرودنیای پنبه، بید چغندرقند، کارادرینا و سرخرطوم بلند و پرودنیای چغندرقند، مینوز لکه گرد درختان میوه، آگروتیس و برگخوار مصری و سرخرطومی یونجه استفاده می شود.

میزان مصرف: به مقدار ۱ تا ۱/۵ لیتر در هکتار برای کنترل آفات مختلف از جمله سرخرطومی برگ یونجه، لارو مگس، پسیل، لیسه های درختان میوه و بید استفاده می گردد. مقدار باقی مانده مجاز آن در موقع برداشت محصول کمتر از ۰/٤ میلی گرم بر کیلو گرم محصول است. به صورت محلول پاشی به میزان ۱ تا ۳ لیتر در هکتار از فرم تجارتی برای زراعت ها و به نسبت ۱/۵ در هزار برای درختان میوه توصیه می گردد.

فرمولاسیون: این سم به صورت امولسیون ۲۵ تا ۵۰٪ و گرانول ۵٪ در بازار موجود است.

سمیت روی موجودات زنده: LD_{50} آن ۱۸۰۰-۱۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از راه گوارشی و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم از طریق پوست برای موش صحرایی است.

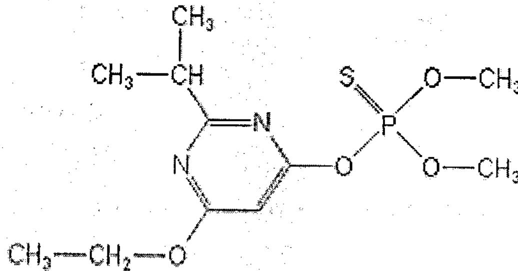
پادزهر: آتروپین همراه با پام یا اوبی دواکسیم.

۵- لیریمفوس (lirimfos)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{19}N_2O_4PS$

نام شیمیایی: *O*-6-ethoxy-2-isopropylpyrimidin-4-yl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

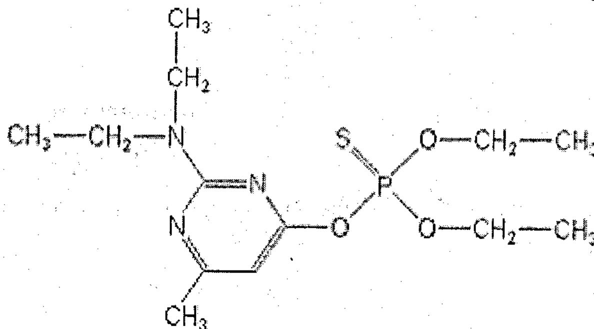


۶- پیریمفوس- اتیل (pirimiphos-ethyl)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{24}N_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

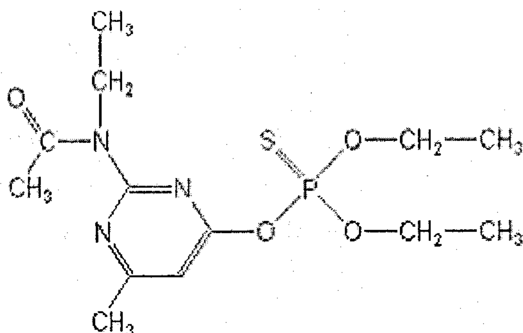


۷- پیریمیدوفوس (primidophos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{22}N_3O_4PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-2-*N*-ethylacetamido-6-methylpyrimidin-4-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

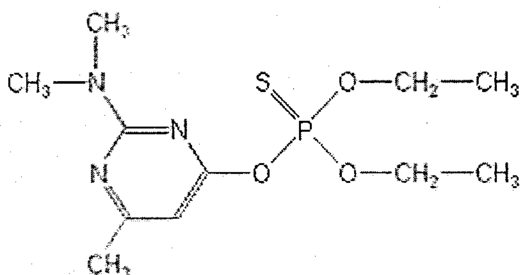


۸- پیریمیاتات (pyrimitate)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{20}N_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2-dimethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

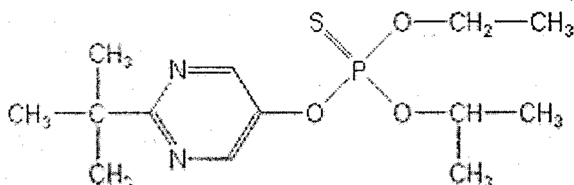


۹- تبوپیریمفوس (tebupirimfos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{23}N_2O_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-(2-*tert*-butylpyrimidin-5-yl) *O*-ethyl *O*-isopropyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



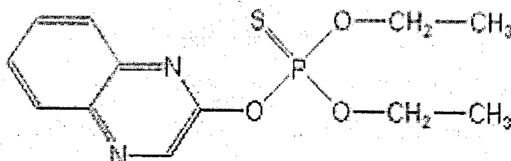
س- ارگانوتیوفسفات گوینوکسالین

۱- کوئینالفوس (quinalphos)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{15}N_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-quinoxalin-2-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

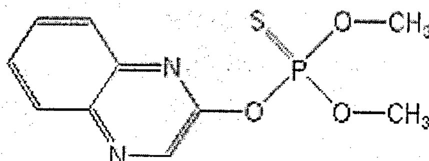


۲- کوئینالفوس- متیل (quinalphos-methyl)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{11}N_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-quinoxalin-2-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



ش- ارگانوتیوفسفات تیادیازول

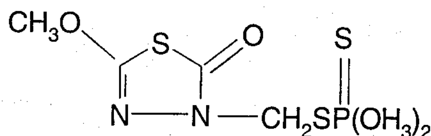
۱- متیداتیون (methidathion)

نام تجارتی: سوپراسید، سیلتراسید، سمونیل و التراسید

فرمول مولکولی: $C_6H_{11}N_2O_4PS_3$

نام شیمیایی: 3-dimethoxyphosphinothioylthiomethyl-5-methoxy-1,3,4-thiadiazol-2(3*H*)-one

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط گراب و همکاران در سال ۱۹٦٦ تهیه گردیده و سپس شرکت سیباگایگی آن را ساخته و به بازار عرضه کرد. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید رنگ با نقطه ذوب ۳۹-٤۰ درجه سانتیگراد است. فشار بخار آن در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد $۱/۳ \times ۱۰^{-٦}$ میلی بار می باشد. در محیطهای قلیایی به شدت هیدرولیز شده، ولی در محیطهای خنثی و اسیدی ضعیف نسبتاً پایدار است. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این ترکیب دارای خاصیت حشره کشی و کنه کشی بوده و از طریق تماسی، گوارشی و تنفسی روی حشرات مؤثر است. به علاوه،دارای خاصیت نفوذی در بافتهای گیاهی می باشد.

موارد مصرف: علیه شپشکهای درختان میوه و پسته، کرم سیب، پروانه چوبخوار، کارادرینای چغندرقند، شپشک چای و سرخرطومی یونجه مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: این سم به صورت پودر وتابل ٤۰ درصد و امولسیون ٤۰ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: بر روی شپشکهای گیاهی در زمان مصرف مؤثر است. LD_{50} آن ۲۵-۵۴ میلی گرم بر کیلوگرم از طریق دهانی و ۱۵٤٦-۱٦٦۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق پوستی برای موش صحرایی است. همچنین یکی از عوامل مؤثر در طغیان کنه های گیاهی را مصرف این سم می دانند. برای زنبور عسل به شدت سمی است.

پادزهر: آتروپین، پام، توگزوگونین .

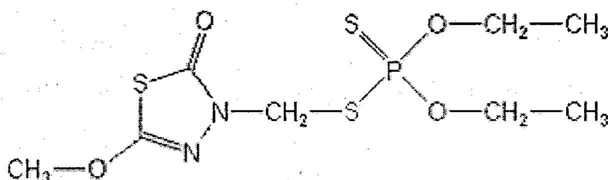
۲- آتیلاتیون (athidathion)

فرمول مولکولی: $C_8H_{15}N_2O_4PS_3$

نام شیمیایی:

O,O-diethyl *S*-2,3-dihydro-5-methoxy-2-oxo-1,3,4-thiadiazol-3-ylmethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

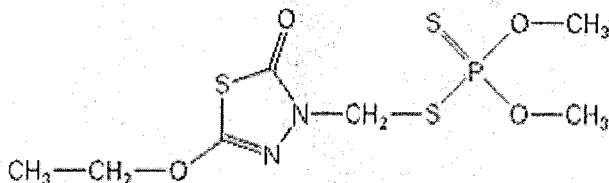


۳- لیتیداتیون (lythidathion)

فرمول مولکولی: $C_7H_{13}N_2O_4PS_3$

نام شیمیایی: 3-dimethoxyphosphinothioylthiomethyl-5-ethoxy-1,3,4-thiadiazol-2(3*H*)-one

ساختمان شیمیایی:

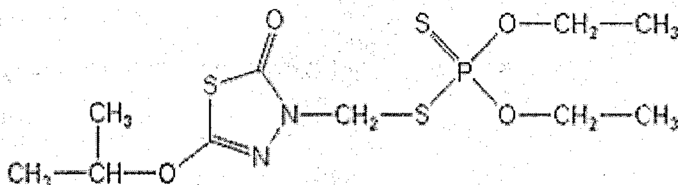


۴- پروتیداتیون (prothidathion)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{19}N_2O_4PS_3$

نام شیمیایی: 3-diethoxyphosphinothioylthiomethyl-5-isopropoxy-1,3,4-thiadiazol-2(3*H*)-one

ساختمان شیمیایی:



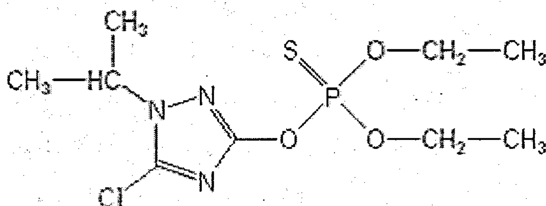
ص- ارگانوتیوفسفاتهای تریازول

۱- ایزازوفوس (isazofos)

فرمول مولکولی: $C_9H_{17}ClN_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-5-chloro-1-isopropyl-1*H*-1,2,4-triazol-3-yl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

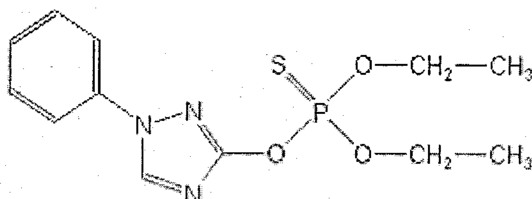


۲- تریازوفوس (triazophos)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{16}N_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-1-phenyl-1*H*-1,2,4-triazol-3-yl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



ض- فنیل ارگانوتیوفسفات

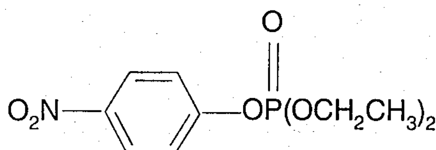
۱- پاراتیون (parathion)

نام تجارتی: تیوفوس، نایرون، فولیدال، فسفرنو، پوکس و پارافوس

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{14}NO_5PS$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-4-nitrophenyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹٤٦ توسط مارتین و شاو شناسایی و سپس به وسیله شرکتهای بایر و مو سنتز و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به صورت مایعی بی رنگ و بی بو است، ولی فرآورده صنعتی آن مایعی قهوه ای رنگ با بوی سیر می باشد؛ در آب به مقدار خیلی جزئی ولی در اکثر حلالهای آلی نظیر استرها، اترها و هیدروکربنهای حلقوی به خوبی حل می گردد این ترکیب در آب به آهستگی هیدرولیز شده و در مدت ٤ ماه تا ۵۰ درصد آن هیدرولیز می شود، ولی در محیطهای قلیایی به سرعت هیدرولیز می گردد.

موارد مصرف: این سم طیف وسیعی از حشرات شامل لارو بالپولکداران، شته ها، زنجرکها، مینوزها، آفات درختان میوه، پنبه و گیاهان علوفه ای را کنترل می کند.

سمیت روی سایر موجودات: برای پستانداران فوق العاده خطرناک است. LD_{50} آن ٦/۳-۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق گوارشی برای موش صحرایی می باشد.

۲- فنیتروتیون (fenitrothion)

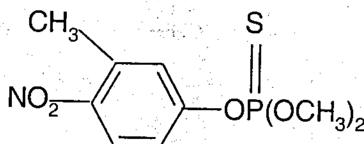
نام تجارتی: سومیتیون، آکوتیون، نواتیون، متیل نیتروفوس، فولیترون، متاتیون، سایفن، آگروتیون

فرمول مولکولی: $C_9H_{12}NO_5PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-4-nitro-*m*-tolyl phosphorothioate

وزن مولکولی: ۲۷۷/۲

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵۹ توسط ناکس هیزاما و همکاران کشف و معرفی شده و سپس شرکتهای بایر و سومیتو مو آنرا ساخته و به بازار عرضه کرده اند. دارای وزن مولکولی ۲۷۷/۲٤ می باشد. فرم خالص آن به شکل مایع و به رنگ قهوه ای متمایل به زرد با بوی نامطبوع می باشد. نقطه ذوب آن ۹۵ درجه سانتیگراد و خاصیت تبخیری آن ۹٪ میلی گرم در کیلوگرم است. در حلالهای آلی به خوبی حل شده ولی در آب به میزان ۳۰ میلی گرم در لیتر حل می شود. خواص شیمیایی آن مشابه متیل پاراتیون است، اما سرعت هیدرولیز آن در آب و محیطهای قلیایی کمتر می باشد، به طوری که در یک محیط قلیایی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد ۸۵٪ آن در مدت ٤۹ روز هیدرولیز می شود. فنیریتیون به طور متوسط ۱۰- ۲۰ روز دوام دارد و ۲٤ ساعت پس از سمپاشی ۵۰ درصد آن به داخل بافت گیاهی نفوذ می کند. این سم در غلظتهای توصیه شده، اثر منفی و زیانباری روی محصولات کشاورزی ندارد. در امولسیونهای روغنی وقتی که سمپاشی با حجم کم انجام شود در شرایط مرطوب ممکن است باعث گیاه سوزی در گندم و یونجه گردد. دوره محافظتی آن کوتاه بوده و اثر حفاظتی آن بیشتر از ۱۰ روز پس از سمپاشی نمی باشد. در مواردی که سابقه مصرف این سم وجود دارد، در صورت وجود کنه بهتر است یک کنه کش اختصاصی به آن اضافه شود. در اثر اکسیداسیون به سومیواکسیون تبدیل شده و سریعاً هیدرولیز و تجزیه می شود. موادی که از اکسیداسیون O - دی متیلان به وجود می آیند سمیت کمتری برای جانوران دارند. این سم عمدتاً ۱-۲ روز پس از ورود به بدن از طریق سیستم دفع خارج می گردد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی است.

میزان مصرف: برای سن گندم محلول پاشی به نسبت ۱/۲ لیتر در هکتار از امولسیون ۵۰ درصد و برای سایر موارد ۱/۵ لیتر در هکتار یا ۱/۵ تا ۲ در هزار از فرمولاسیون تجارتی توصیه می گردد.

موارد مصرف: علیه سنها، ملخها، شته های غلات، کرم ساقه خوار برنج، سن ناقل نماتوسپور پسته، سوسک سرشاخه خوار پسته، ملخ بادمجانی، یونجه و ملخ آسیایی نیشکر استفاده می شود. سومیتیون سمیت شدیدی برای شته ها، زنجرکها، شپشکهای نباتی، پسیلها، لارو بالپولکداران و دو بالان دارد، اما سمیت آن برای پستانداران و انسان متوسط است.

فرمولاسیون: در بازار به صورت امولسیون ۵۰ در صد موجود است و به نسبت ۰/۱-۰/۳ درصد توصیه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۵۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و برای موش خانگی ۷۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. همچنین وقتی از طریق پوست وارد بدن پستانداران شود، پیوند P-O توسط میکروزمهای جگر هیدرولیز شده و به سرعت تجزیه می شود.

پادزهر: آتروپین، توگزوگونین.

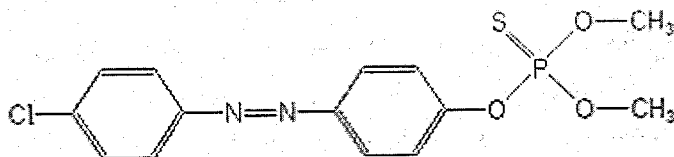
ملاحظات: این سم کولین استراز خون را کاهش می دهد.

۳- آزوتوآت (azothoate)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{14}ClN_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-4-(4-chlorophenylazo)phenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

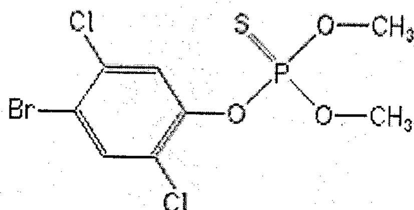


۴- برومفوس (bromophos)

فرمول مولکولی: $C_8H_8BrCl_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-4-bromo-2,5-dichlorophenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

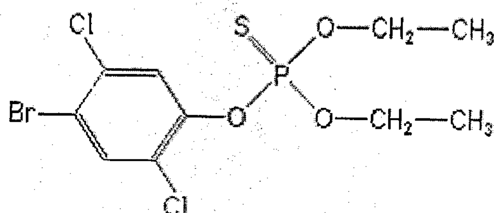


۵- برومفوس- اتیل (**bromophos-ethyl**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{12}BrCl_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-4-bromo-2,5-dichlorophenyl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

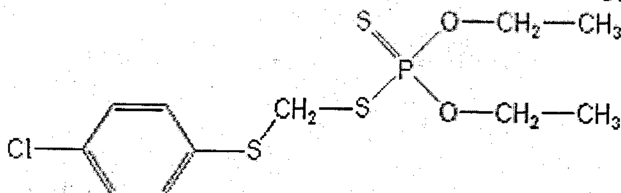


۶- کاربوفنوتیون (**carbophenothion**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{16}ClO_2PS_3$

نام شیمیایی: *S*-4-chlorophenylthiomethyl *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



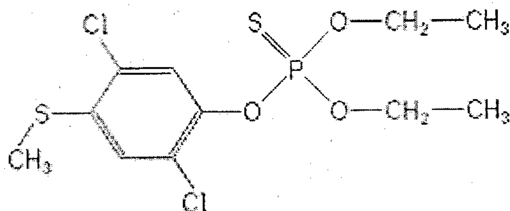
۷- کلروتیوفوس (**chlorthiophos**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}Cl_2O_3PS_2$

نام شیمیایی:

isomeric reaction mixture in which *O*-2,5-dichlorophenyl-4-methylthiophenyl *O,O*-diethyl phosphorothioate predominates

ساختمان شیمیایی:

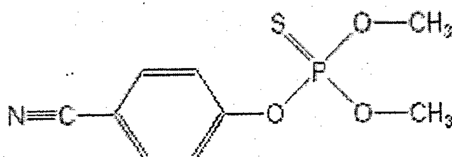


۸- سیانفوس (cyanophos)

فرمول مولکولی: $C_9H_{10}NO_3PS$

نام شیمیایی: *O*-4-cyanophenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

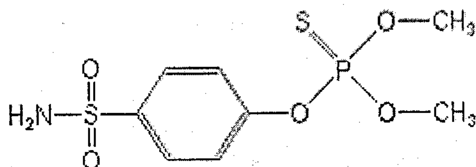


۹- سیتیوآت (cythioate)

فرمول مولکولی: $C_8H_{12}NO_5PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-4-sulfamoylphenyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

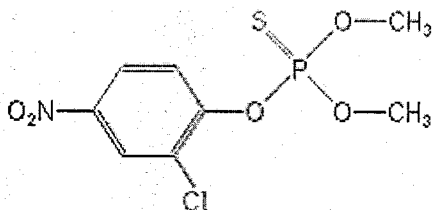


۱۰- دی کاپتون (dicapthon)

فرمول مولکولی: $C_8H_9ClNO_5PS$

نام شیمیایی: *O*-2-chloro-4-nitrophenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

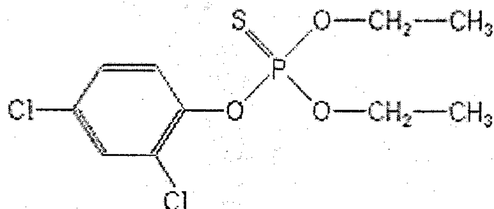


۱۱- دی کلوفنتیون (dichlofenthion)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{13}Cl_2O_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2,4-dichlorophenyl *O,O*-diethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

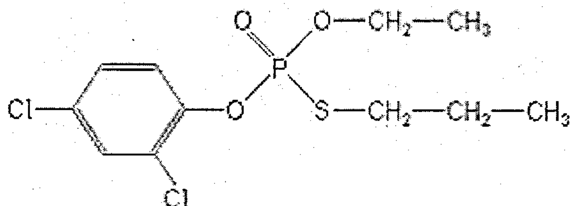


۱۲- اتافوس (etaphos)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}Cl_2O_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-2,4-dichlorophenyl *O*-ethyl *S*-propyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

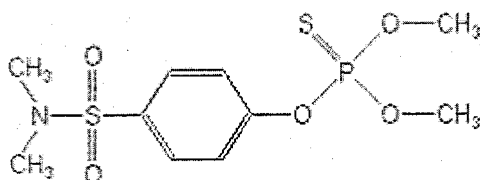


۱۳- فامفور (famphur)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{16}NO_5PS_2$

نام شیمیایی: *O*-4-dimethylsulfamoylphenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

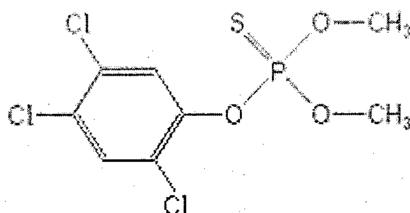


۱۴- فنکلروفوس **(fenchlorphos)**

فرمول مولکولی: $C_8H_8Cl_3O_3PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-2,4,5-trichlorophenyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

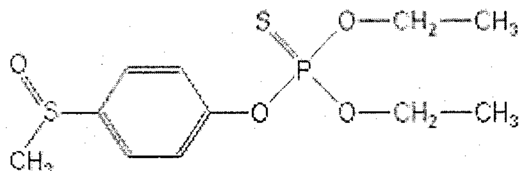


۱۵- فنسولفوتیون **(fensulfothion)**

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{17}O_4PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-4-methylsulfinylphenyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

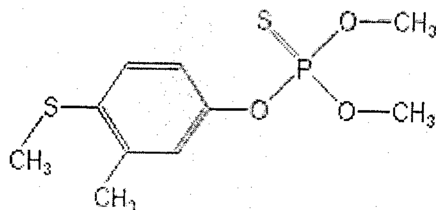


۱۶- فنتیون **(fenthion)**

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{15}O_3PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-4-methylthio-*m*-tolyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

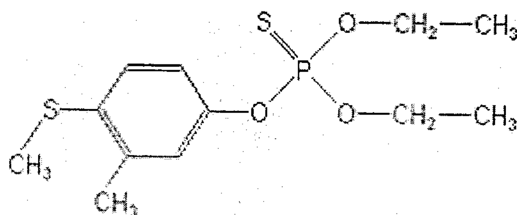


۱۷- فنتیون- اتیل (fenthion-ethyl)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{19}O_3PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-diethyl *O*-4-methylthio-*m*-tolyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

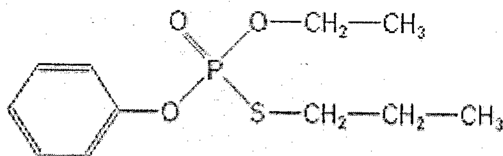


۱۸- هتروفوس (heterophos)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{17}O_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-ethyl *O*-phenyl *S*-propyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

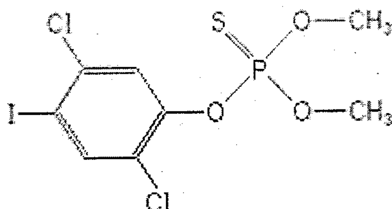


۱۹- جودوفنفوس (jodfenphos)

فرمول مولکولی: $C_8H_8Cl_2IO_3PS$

نام شیمیایی: *O*-2,5-dichloro-4-iodophenyl *O,O*-dimethyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

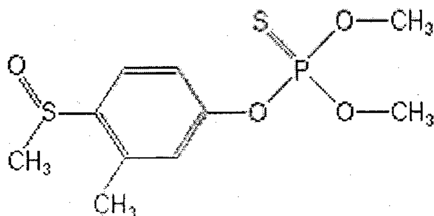


۲۰- مزولفنفوس (**mesulfenfos**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{15}O_4PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-4-methylsulfinyl-*m*-tolyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:

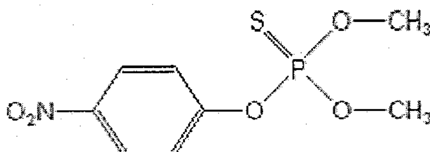


۲۱- متیل پاراتیون (**parathion-methyl**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{10}NO_5PS$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *O*-4-nitrophenyl phosphorothioate

ساختمان شیمیایی:



ع- فسفوناتها

۱- تری کلروفن (**trichlorfon**)

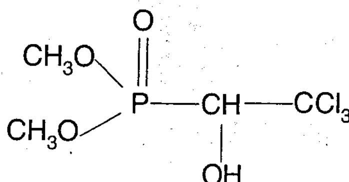
نام تجارتی: نگوون، توگون، دایلوکس، دیتپرکس، پروکسال، دانکس و سکوفون

فرمول مولکولی: $C_4H_8CL_3O_4P$

نام شیمیایی: dimethyl (*RS*)-2,2,2-trichloro-1-hydroxyethylphosphonate

وزن مولکولی: ۲۵۷/٤

ساختمان شیمیایی:



Dipterex

مشخصات: تری کلرفون در سال ۱۹۵۲ توسط شرکتهای بایر و موبای فرموله و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن به شکل کریستالهای سفید رنگ با نقطه ذوب ۸۳-۸٤ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۱۰۰ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۱۳ میلی بار و فشار بخار $۱۰^{-۵}$میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در آب نسبتاً قابل حل بوده و به میزان ۱۵٤ گرم در هر لیتر حل می شود، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می گردد.

نحوه تأثیر: حشره کشی با خاصیت گوارشی و تماسی است.

میزان مصرف: محلول پاشی به میزان ۱ تا ۲ کیلوگرم در هکتار صورت می گیرد.

موارد مصرف: این سم علیه سن های زیان آور گندم و جو، مگس خزانه برنج، کرم دانه خوار آفتابگردان و سویا، مگس پیاز و خربزه، پروانه سفید کلم، کارادرینا و هلیوتیس نخود و وپوستخوار نارون مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: این سم به صورت مایع ۵۰ درصد، گرانول ۲/۵-۵ درصد و پودر محلول ۵۰-۸۵-۹۵، مخلوط با فنیتروتیون، دی کلروس و زولن به بازار عرضه شده است.

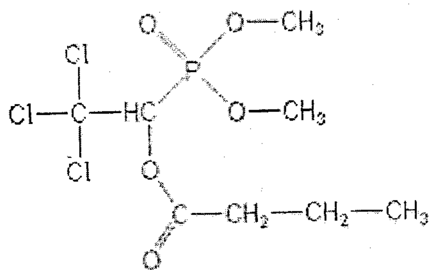
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۶۳۰-۶۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم از طریق گوارشی و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق تماسی برای موش صحرایی می باشد. برای زنبور عسل نیز بسیار خطرناک است.

۲- بوتونات (butonate)

فرمول مولکولی: $C_8H_{14}Cl_3O_5P$

نام شیمیایی: (*RS*)-2,2,2-trichloro-1-(dimethoxyphosphinoyl)ethyl butyrate

ساختمان شیمیایی:



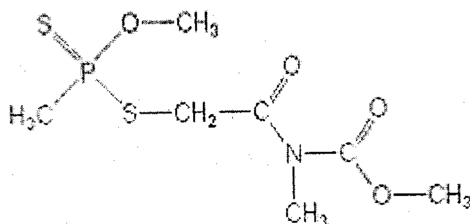
غ- فسفونوتیوآت

مکارفون (mecarphon)

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: methyl (*RS*)-[methoxy(methyl)phosphinothioylthio]acetyl(methyl)carbamate

ساختمان شیمیایی:



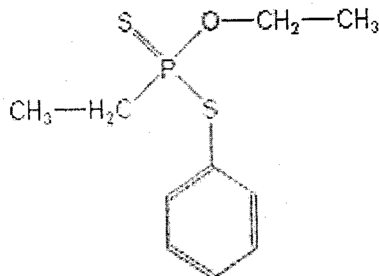
ط- فنیل اتیل فسفونوتیوآت

۱- فونفوس (fonofos)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{15}OPS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-ethyl *S*-phenyl ethylphosphonodithioate

ساختمان شیمیایی:

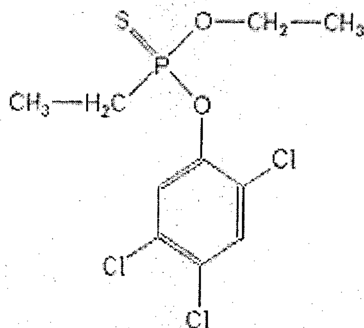


۲- تری کلرونات (**trichloronat**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{12}Cl_3O_2PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-ethyl *O*-2,4,5-trichlorophenyl ethylphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:



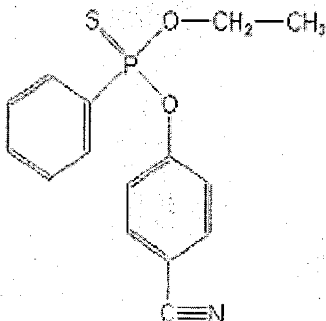
ظ- فنیل فنیل فسفونوتیوآت

۱- سیانوفنفوس (**cyanofenphos**)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{14}NO_2PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-4-cyanophenyl *O*-ethyl phenylphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:

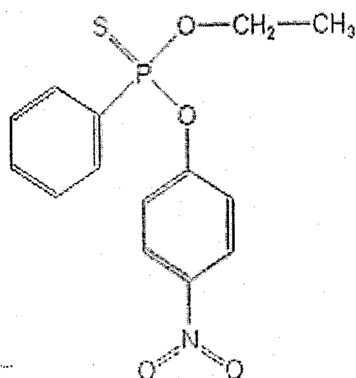


۲- **EPN**

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{14}NO_4PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-ethyl *O*-4-nitrophenyl phenylphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:

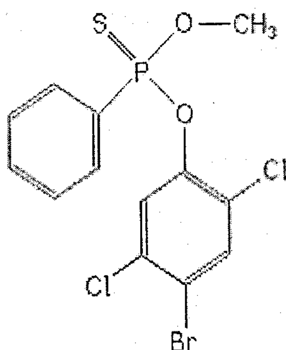


۳- لپتفوس (leptophos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{10}BrCl_2O_2PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-4-bromo-2,5-dichlorophenyl *O*-methyl phenylphosphonothioate

ساختمان شیمیایی:



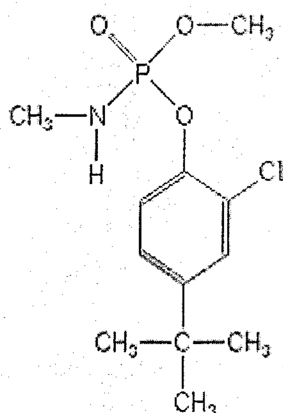
ک- فسفورامیدات

۱- کروفومات (crufomate)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{19}ClNO_3P$

نام شیمیایی: (*RS*)-4-*tert*-butyl-2-chlorophenyl methyl methylphosphoramidate

ساختمان شیمیایی:

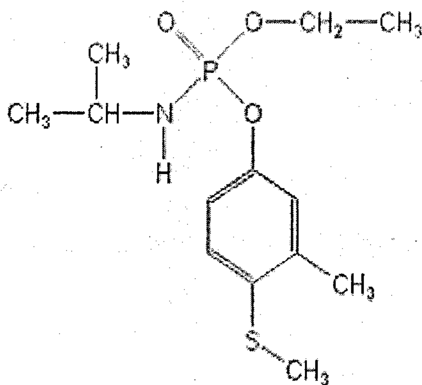


۲- فنامیفوس (fenamiphos)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{22}NO_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-ethyl 4-methylthio-*m*-tolyl isopropylphosphoramidate

ساختمان شیمیایی:

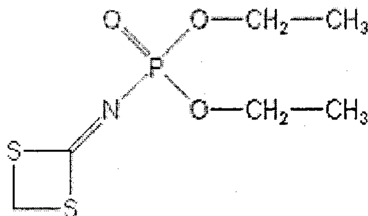


۳- فسدرین (fosthietan)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: diethyl 1,3-dithietan-2-ylidenephosphoramidate

ساختمان شیمیایی:

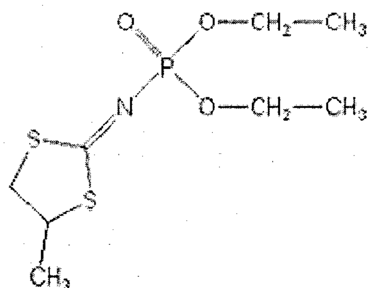


۴- مفوسفولان (**mephosfolan**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{16}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: diethyl 4-methyl-1,3-dithiolan-2-ylidenephosphoramidate

ساختمان شیمیایی:

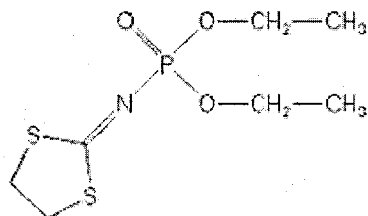


۵- فسفولان (**phosfolan**)

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}NO_3PS_2$

نام شیمیایی: diethyl 1,3-dithiolan-2-ylidenephosphoramidate

ساختمان شیمیایی:

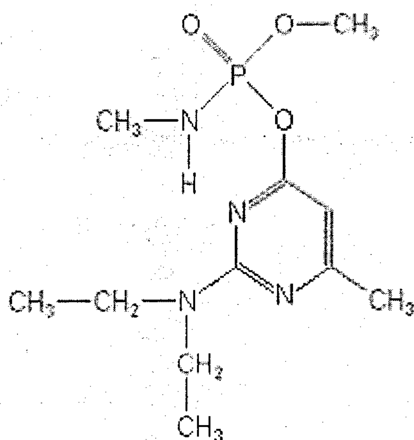


۶- پریمتافوس (**pirimetaphos**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{21}N_4O_3P$

نام شیمیایی: (*RS*)-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl methyl methylphosphoramidate

ساختمان شیمیایی:



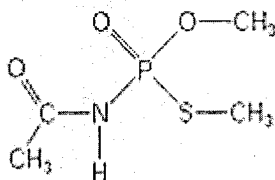
گ- فسفورامیتیوآت

۱- آسفات (**acephate**)

فرمول مولکولی: $C_4H_{10}NO_3PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O,S*-dimethyl acetylphosphoramidothioate

ساختمان شیمیایی:

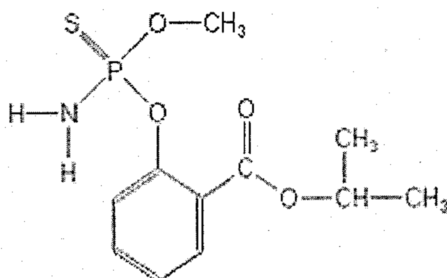


۲- ایزوکاربوفوس (**isocarbophos**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{16}NO_4PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*-2-isopropoxycarbonylphenyl *O*-methyl phosphoramidothioate

ساختمان شیمیایی:

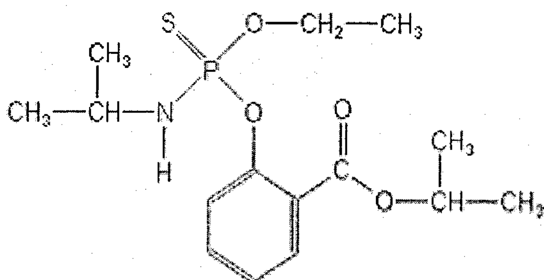


۳- ایزوفنووس (**isofenphos**)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{24}NO_4PS$

نام شیمیایی: isopropyl (*RS*)-*O*-[ethoxy-*N*-isopropylamino(thiophosphoryl)]salicylate

ساختمان شیمیایی:

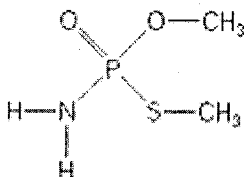


۴- متامیدوفوس (**methamidophos**)

فرمول مولکولی: $C_2H_8NO_2PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-*O*,*S*-dimethyl phosphoramidothioate

ساختمان شیمیایی:

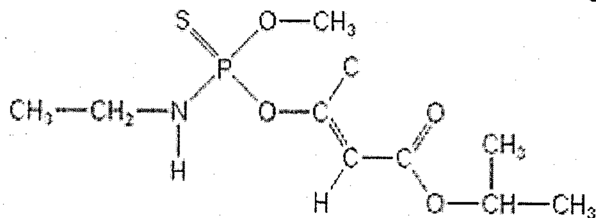


۵- پروپتامفوس (**propetamphos**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{20}NO_4PS$

نام شیمیایی: (*RS*)-(*E*)-*O*-2-isopropoxycarbonyl-1-methylvinyl *O*-methyl ethylphosphoramidothioate

ساختمان شیمیایی:



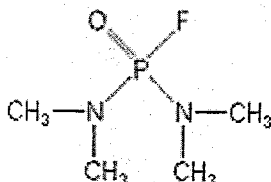
ه- فسفرودیامید

۱- دیمفوکس (dimefox)

فرمول مولکولی: $C_4H_{12}FN_2OP$

نام شیمیایی: tetramethylphosphorodiamidic fluoride

ساختمان شیمیایی:

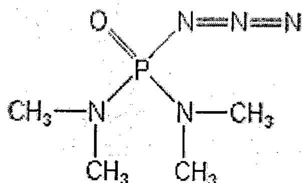


۲- مازیدوکس (mazidox)

فرمول مولکولی: $C_4H_{12}N_5OP$

نام شیمیایی: tetramethylphosphorodiamidic azide

ساختمان شیمیایی:

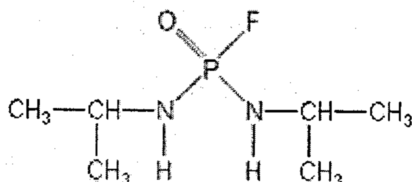


۳- میپافوکس (mipafox)

فرمول مولکولی: $C_6H_{16}FN_2OP$

نام شیمیایی: *N,N'*-di-isopropylphosphorodiamidic fluoride

ساختمان شیمیایی:

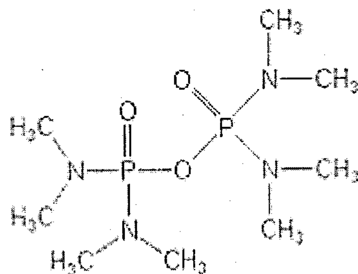


۴- شرادان (**schradan**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{24}N_4O_3P_2$

نام شیمیایی: octamethylpyrophosphoric tetra-amide

ساختمان شیمیایی:



م- اکسادیازینها

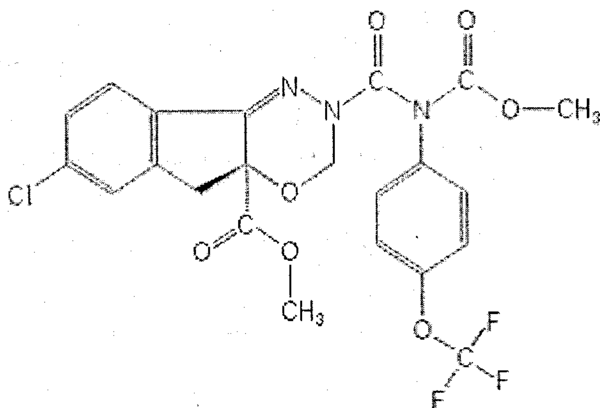
ایندوکساکارب (**indoxacarb**)

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{17}ClF_3N_3O_7$

نام شیمیایی:

methyl (*S*)-*N*-[7-chloro-2,3,4a,5-tetrahydro-4a-(methoxycarbonyl)indeno[1,2-*e*][1,3,4]oxadiazin-2-ylcarbonyl]-4′-(trifluoromethoxy)carbanilate

ساختمان شیمیایی:



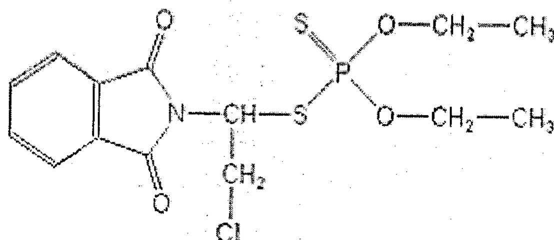
ن- فتالیمیدها

۱- دیالیفوس (dialifos)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{17}ClNO_4PS_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*S*-2-chloro-1-phthalimidoethyl *O,O*-diethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:

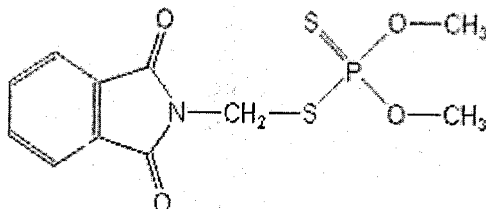


۲- فسمت (phosmet)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{12}NO_4PS_2$

نام شیمیایی: *O,O*-dimethyl *S*-phthalimidomethyl phosphorodithioate

ساختمان شیمیایی:



و- پیرازول

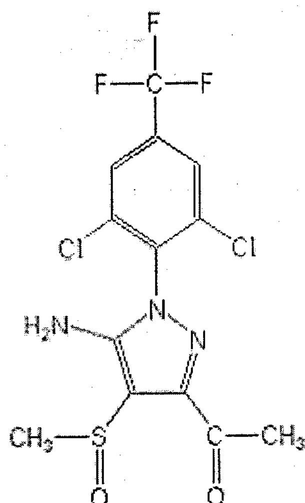
۱- اکتاپرول (acetoprole)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{10}Cl_2F_3N_3O_2S$

نام شیمیایی:

1-[5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-*p*-tolyl)-4-(methylsulfinyl)pyrazol-3-yl]ethanone

ساختمان شیمیایی:

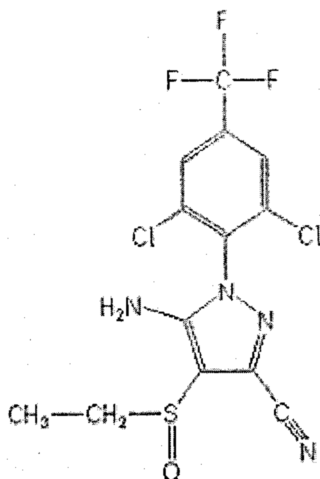


۲- اتیپرول (ethiprole)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{9}Cl_{2}F_{3}N_{4}OS$

نام شیمیایی: 5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-*p*-tolyl)-4-ethylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile

ساختمان شیمیایی:



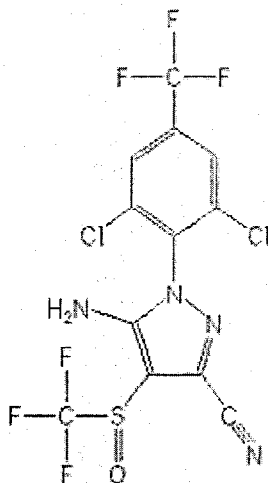
۳- فیپرونیل (**fipronil**)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$

نام شیمیایی:

5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-*p*-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile

ساختمان شیمیایی:

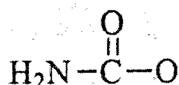


فصل نهم

سموم کاربامات

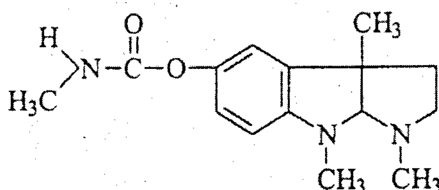
حشره کشهای کاربامات

ترکیبات کاربامات که از مشتقات اسید کاربامیک هستند از زمانهای بسیار دور شناخته شده و عموماً مصرف بهداشتی دارند. سردسته این ترکیبات فیزوستگمین یا اسرین است که از عصاره گیاهی به نام *Physostigma venenosum* به دست می آید که در آفریقا رویش دارد. در گذشته های دور متهمین را وادار به خوردن این گیاه می کردند، اگر گناهکار بودند می مردند ولی اگر از مرگ خلاصی یافته و زنده می ماندند وی را بی گناه می شمردند. این ترکیبات روی شته ها و مگسها مؤثرند، ولی بر روی کنه ها همیشه نتیجه رضایت بخشی به دنبال ندارند. برخی از سینرژیستها سبب تقویت و پایداری خاصیت حشره کشی کاربامانها می شود. فرمول این ترکیبات به شرح زیر است:



ماده خالص اسرین در سال ۱۸٦٤ در اروپا استخراج گردید و در سال ۱۹۲۵ محققینی به نامهای بارگر و استرمن ساختمان شیمیایی آن را مشخص نمودند.

این سموم نیز همانند سموم فسفره آنزیم استیل کولین استراز را بلوکه می کنند؛ ولی تعداد زیادی از کارباماتها که در بهداشت مصرف دارند، با وجود آنکه آنزیم استیل کولین استراز را بلوکه می نمایند خاصیت حشره کشی ندارند که دلیل این امر قطبی بودن آنها می باشد و در نتیجه، آنها نمی توانند از طریق کوتیکول وارد بدن حشرات شوند به علاوه در حشرات به استثناء شته ها تمام آنزیم استیل کولین استرازی که برای آنها جنبه حیاتی دارد در سیستم اعصاب متمرکز بوده و به وسیله غشاء سلولهای عصبی حفظ می شود، این غشاء مانع نفوذ ذرات یونیزه است و در نتیجه کارباماتهایی که در پزشکی و بهداشت مصرف دارند چون یونیزه می باشند نمی توانند از غشاء اعصاب عبور نمایند و بنابراین خاصیت حشره کشی ندارند.



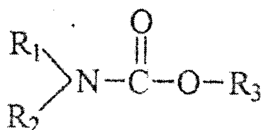
خواص عمده سموم کاربامات

سموم کاربامات دارای دو خاصیت مهم هستند:

۱- سریع التأثیر می باشند.

۲- به وسیله موجودات زنده با سرعت مناسبی تجزیه می شوند.

این ترکیبات در داخل بدن آفات و گیاهان تجزیه می شوند و این موضوع سبب شده که آنها باقیمانده کمی داشته باشند. در حال حاضر ٤٠ نوع از این ترکیبات در بازار وجود دارد که برخی از آنها دارای خاصیت سیستمیک می باشند. این سموم علاوه بر خاصیت حشره کشی روی حلزون ها و نماتد ها هم مؤثرند. در سال ۱۹٤۷ توسط شرکت سیباگایکی ترکیبات حشره کش غیر یونیزه کارباماتی نیز تهیه و به بازار عرضه گردید که از جمله آنها می توان دی متیلان، پیرولان و ایزولان را نام برد. فرمول عمومی کارباماتها به شرح ذیل است:



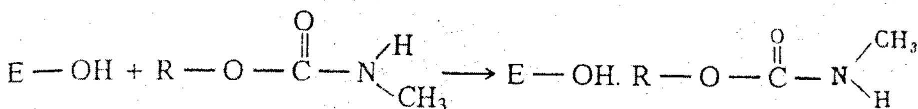
R_1 و R_2 می توانند هیدروژن، متیل، اتیل پروپیل و سایر آلکیلهای زنجیره ای کوتاه باشند. R_3 نیز می تواند فنیل، نفتیل و یا سایر حلقه های هیدروکربنی باشد. در ترکیبات اولیه کارباماتی نظیر پیرولان، ایزولان و دی متیلان به جای R_2 و R_1 گروه متیل (CH_3) قرار گرفته است. این ترکیبات N- دی متیل کاربامات نامیده می شوند و خاصیت حشره کشی چندانی ندارند. در کارباماتهای اولیه R_3 به صورت حلقه های هتروسیکلیک می باشد.

ترکیبات جدید کاربامات به صورت N- متیل کاربامات هستند که به جای هیدروژن قرار گرفته، و علاوه بر این، قسمت حلقوی سم نیز منظم شده و به صورت فنیل و یا نفتیل می باشد. تعدادی از سموم کاربامات نظیر ایزولان، پیرولان، دی متیلان مزورول و زکتران دارای خاصیت سیستمیک هستند، ولی مهمترین خاصیت آنها تماسی ـ گوارشی است. کارباماتها بر روی حشرات کوچک نظیر شته ها و مگسها اثر کشندگی بارز و برجسته ای دارند و تعدادی از آنها روی لارو حشرات برگخوار و طوقه بر نیز مؤثر می باشند.

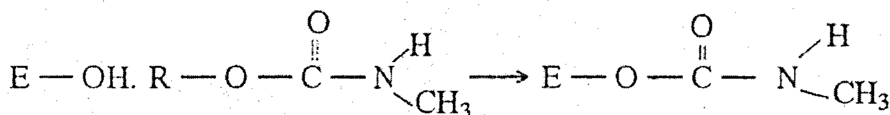
طرز تأثیر سموم کاربامات بر روی آنزیم استیل کولین استراز

ترکیبات کاربامات از نظر طرز تأثیر بر روی آنزیم استیل کولین استراز شبیه سموم فسفره عمل می کنند، به طوری که:

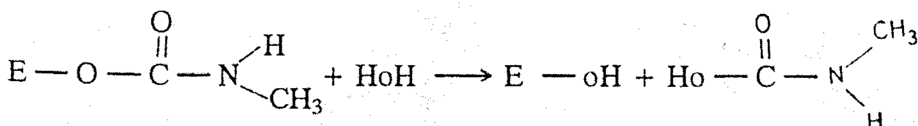
۱- ابتدا سم با آنزیم ترکیب شده و ایجاد کمپلکس سم ـ آنزیم را می دهد.



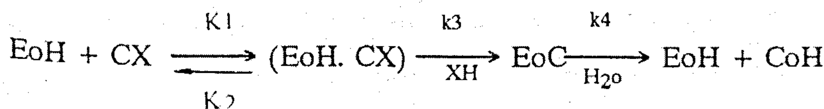
۲- در مرحله دوم آنزیم کاربارپله می شود.



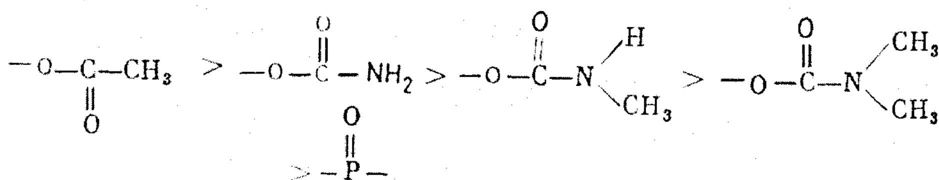
۳- در مرحله سوم یک مولکول آب وارد واکنش شده و آنزیم اولیه به وجود می آید مواد دیگری نیز تولید و سپس از بدن دفع می شود.



اگر EOH را به عنوان آنزیم استیل کولین استراز و CX را به عنوان یک سم کاربامات در نظر بگیریم واکنش به صورت زیر خواهد بود:



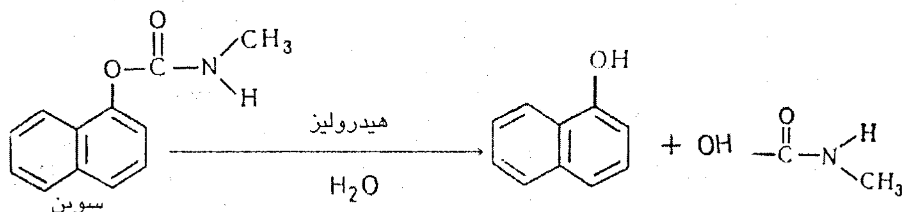
در سموم فسفره K_4 بسیار ناچیز، K_3 فوق العاده کم و k_2 نیز در حد فوق العاده ناچیز است و در نتیجه واکنش به نحوی صورت می گیرد که همیشه مقدار زیادی آنزیم فسفریله شده (EOP) وجود دارد؛ ولی در سموم کاربامات واکنش مرحله اول قابل برگشت است و اگرچه k_2 کوچک می باشد، ولی اهمیت زیادی در تبدیل آنزیم بلوکه شده به آنزیم اولیه دارد. به طور متوسط نیمه عمر تبدیل آنزیم استیل کولین استراز بلوکه شده به آنزیم اولیه حدود ٤٠ دقیقه است و می توان انتظار داشت پس از چند ساعت آنزیم اولیه حاصل شود. همچنین در سموم کاربامات واکنش مرحله سوم (K_4) به سهولت صورت می گیرد و در نتیجه در این واکنش نیز آنزیم اولیه حاصل می گردد. به طور کلی سرعت هیدرولیز آنزیم استیل کولین استراز بلوکه شده با استیل کولین، در سموم کاربامات و سموم فسفره به شرح زیر می باشد:



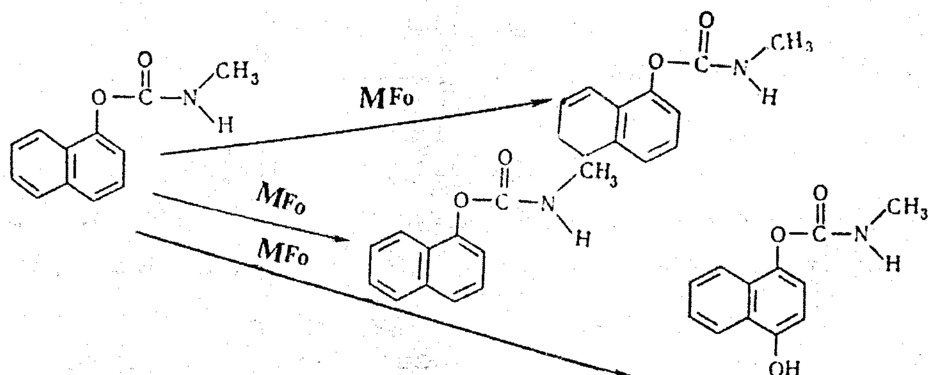
همانطوری که ملاحظه می شود وجود گروههای آلکیل مشخص کننده بلوکه بودن آنزیم توسط سموم کاربامات یا فسفره است و این تعیین می کند که آنها با چه سرعتی هیدرولیز می شوند. کارباماتهای اولیه نظیر پیرولان، ایزولان و دی متیلان که دارای N- دی متیل در هسته مرکزی هستند دوام بیشتری داشته و به همین دلیل دیرتر تجزیه می شوند، اما سموم N- متیل زودتر هیدرولیز می گردند و به همین لحاظ احتمال نجات فرد مسموم وجود دارد.

متابولیسم سموم کاربامات

بررسی هایی که در این رابطه انجام شده نشان داده اند که سموم کاربامات در اثر هیدرولیز در بدن حشرات به ۱- نفتیل تبدیل می شوند.



در پستانداران مهمترین عامل دفع سموم کاربامات و متابولیسم کننده آن، میکروزومهای کبد می باشد. سموم کاربامات از طریق هیدرولیز و اکسیداسیون تجزیه شده و به مواد غیر سمی تبدیل می شوند. مثلاً سوین در اثر هیدرولیز تولید ۱- نفتول می کند که این ترکیب غیر سمی است. به علاوه یکی از روشهای اساسی در متابولیسم سموم کاربامات اکسیداسیون این سموم می باشد که به دو صورت زیر انجام می شود ۱- هیدروکسیله شدن حلقه فنیل و یا نفتیل ۲- اکسیداسیون انتهای جانبی زنجیر سوین در اثر سیستم آنزیمی MFO و این سموم در اثر اکسیداسیون به ترکیبات زیر تبدیل می شوند.

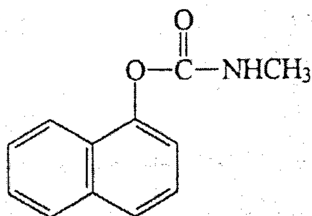


ترکیبات حاصل از اکسیداسیون سوین دارای خاصیت ضد آنزیم استیل کولین استرازی هستند، ولی پایداری کمی داشته و سریعاً به مواد غیر سمی تجزیه می شوند.

علائم مسمومیت ناشی از سموم کاربامات

علائم مسمومیت شبیه مسمومیت ناشی از سموم فسفره می باشد و علایمی نظیر ریزش اشک چشم، ریزش آب دهان، تنگ شدن مردمک چشم، تشنج و غیره ظاهر می شود. برای درمان افراد مسموم از سموم کاربامات سولفات آتروپین تجویز می گردد.

سموم کاربامات گروههای زیر را در بر می گیرند:



الف- نفتیل کارباماتها

کارباریل (carbaryl)

نام تجارتی: سوین و سویمول

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{11}NO_2$

نام شیمیایی: 1-napHthyl methylcarbamate

مشخصات: این سم نخستین بار توسط هاینز و همکاران در سال ۱۹۵۷ تهیه شده و سپس شرکت یونیون کارباید آن را ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل بلورهای بیرنگ، با فشار بخار کمتر از ٦٥ میلی بار در ٢٦ درجه سانتیگراد با نقطه ذوب ۱۴۲- ۱۴۳ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۲۰۱/۲۳ دلتن می باشد. در برابر گرما تا ۷۰ درجه سانتیگراد و همچنین نور پایدار است ولی در pH بیشتر از ۹ هیدرولیز می شود. در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل شده، ولی در آب به میزان کم حل می شود. وقتی این سم وارد بدن پستانداران شود، سریعاً هیدرولیز شده و پس از تبدیل به ۱- نفتول و سایر ترکیبات هیدروکسیله، از بدن دفع می شود. سمیت دی متیل

سوین حدود یک دهم سوین است و برخی از آنالوگهای آن غیر سمی هستند. این سم آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی تماسی، گوارشی با خاصیت کم سیستمیک است.

میزان مصرف: روی آفات برگخوار پنبه، چغندرقند و سرخرطومی ها به مقدار ۱ تا ۲/۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می شود. برای آفات پنبه به میزان ۳-۵ کیلوگرم در هکتار، برنج ۲-۳ کیلوگرم در هکتار به صورت پودر پاشی مصرف می گردد. به علاوه، میزان مصرف آن برای مرکبات ۳-۵ در هزار، چغندرقند، سویا و ذرت ۳ کیلو در هکتار و درختان زینتی ۰/۵-۳ در هزار می باشد. با اکثر حشره کشها و قارچ کشها مخلوط می گردد، ولی مصرف آن در موقع گلدهی درختان سبب تنک شدن گلها می شود، بنابراین بهتر است که دو هفته پس از ریزش گلها از این سم استفاده گردد.

موارد مصرف: این حشره کش یکی از پر مصرف ترین سموم این گروه می باشد که از طریق تماسی و گوارشی تا ۱۵۰ گونه حشره را تحت تأثیر قرار می دهد و بر روی طیف وسیعی از حشرات شامل مگس خانگی، شته ها و کنه های گیاهی اثر دارد. سمیت سوین برای انسان و پستانداران کم می باشد، ولی روی طیف وسیعی از لیسکها و حلزون ها اثرات آفت کشی خوبی داشته و شبیه متالدئید تلفات سنگینی روی آنها ایجاد می نماید. علیه آفات برنج، نخیلات، پنبه و چغندرقند، لیسکهای مرکبات و درختان جنگلی، شپشک سیاه زیتون، آگروتیس و برگخوارهای آفتابگردان و سویا، سرخرطومی یونجه، آفات توتون استفاده می شود.

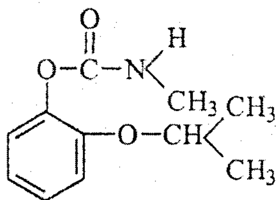
فرمولاسیون: این ترکیب به صورت پودر وتابل ۸۵٪، طعمه ۱ درصد و اسپری ۲ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۵۰۰-۸۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم برای موش صحرایی از طریق گوارشی و ۷۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق تماسی می باشد.

پادزهر: آتروپین. باید توجه داشت که از مصرف 2PAM خودداری گردد.

ب- فنیل متیل کارباماتها

۱- پروپوکسور (propoxur)



نام تجارتی: بایگون، سانساید، بلاتانکس، آندن، رودن، سندرون، آرپورکارپ، پروپیون و پیلارگان

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_3$

نام شیمیایی: 2-isopropoxypHenyl methylcarbamate

مشخصات: بایگون را شرکتهای بایر، پیلار و موبای ساخته و به بازار عرضه کرده اند. وزن مولکولی آن ۲۰۹/۲۵ می باشد. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید و بیرنگ با نقطه ذوب ۸٤-۸۷ درجه سانتیگراد است که در موقع جوشیدن تجزیه می شود. فشار بخار آن $۱/۳ \times ۱۰^{-۲}$ میلی بار در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. در شرایط عادی انبار پایدار بوده، ولی در محیطهای قلیایی به شدت هیدرولیز می شود. در ظروف فلزی خوردگی ایجاد نمی کند. میزان حلالیت آن در آب ۲۰ درجه سانتیگراد دو گرم در لیتر است، ولی در اکثر حلالهای آلی مانند الکل، استن و کلروفرم به میزان قابل توجهی حل می گردد. این سم آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این سم خاصیت تماسی دارد، ولی وقتی در خاک به کار رود خاصیت سیستمیک نشان می دهد. این سم سریع التأثیر و بادوام است.

میزان مصرف: مقدار مصرف آن ۱/۵ تا ۲/۵ کیلوگرم در هکتار است.

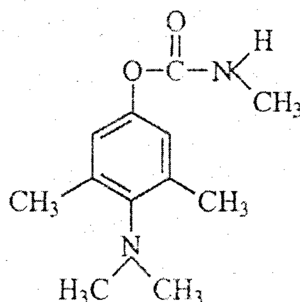
موارد مصرف: این سم در بهداشت عمدتاً برای کنترل پشه ها، مگسها و عنکبوتها استفاده شده و در انبارهای خالی نیز به کار می رود. در کشاورزی هم برای کنترل زنجرکها و شته های گیاهان زراعی و زینتی مورد استفاده قرار می گیرد.

فرمولاسیون: بایگون به صورت امولسیون غلیظ، گرانول، پودر وتابل، گرد و آئروسول به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۹۵-۱۰٤ و از راه تماسی ۸۰۰-۱۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. این سم روی زنبور عسل به شدت تلفات ایجاد می نماید و از این رو نباید در موقع گلدهی گیاهان از آن استفاده شود.

پادزهر: آتروپین همراه با PAM، آتروپین همراه با ابی دو اکسیم.

۲- مگساکاربات (mexacarbate)



نام تجارتی: زکتران

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{18}N_2O_2$

نام شیمیایی:

4-dimethylamino-3,5-xylyl methylcarbamate

مشخصات: زکتران در محیطهای قلیایی به سرعت هیدرولیز می گردد. فرم خالص آن به صورت کریستالهای سفید رنگ و

بدون بو با نقطه ذوب ۸۵ درجه سانتیگراد است. در اکثر حلالهای آلی به خوبی، ولی در آب به مقدار کم حل می شود.

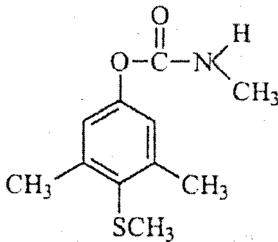
نحوه تأثیر: یکی از سموم گروه فنیل کاربامات با خاصیت تماسی سیستمیک است که طیف نسبتاً وسیعی از حشرات را در بر می گیرد.

موارد مصرف: علاوه بر حشرات، هزارپایان، نرم تنان و عنکبوتها را نیز از بین می برد. برای کنترل لیسکها و حلزونها به میزان یک کیلوگرم در هکتار از فرم خالص آن توصیه می گردد.

فرمولاسیون: . امروزه این سم به صورت امولسیون و پودر وتابل ۲۵ درصد یافت می شود. دوام آن طولانی مدت بوده و ۲ ماه خاصیت سمی خود را حفظ می کند.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} این سم برای موش صحرایی ۱۵ تا ٦۳ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. سمیت آن توسط سینرژیستهای مختلف افزایش می یابد.

۳- متیوکارب (methiocarb)



نام تجارتی: درازال، متیومرکاپترون و مزورول

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2S$

نام شیمیایی: 4-methylthio-3,5-xylyl methylcarbamate

مشخصات: این سم در سال ۱۹٦۲ توسط آنترستند هوفر تهیه شده و سپس شرکتهای بایر و موبای آن را سنتز و به بازار عرضه کرده اند. دارای وزن مولکولی ۲۲۵/۳، نقطه ذوب ۱۱۹ درجه سانتیگراد و فشار بخار در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد $1/5 \times 10^{-4}$ میلی بار است. خاصیت خورندگی روی فلزات ندارد. در آب نسبتاً محلول است، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این سم در گیاهان به سولفوکساید و سولفون تبدیل می شود.

نحوه تأثیر: این سم سیستمیک نیست، ولی اثر تماسی نفوذی گوارشی خوبی دارد.

میزان مصرف: این ترکیب به مقدار ۱۰۰ گرم ماده خالص در هکتار دارای خاصیت حشره کشی مناسبی است.

موارد مصرف: روی حلزون و لیسک اثر خوبی داشته و علاوه بر این، همچنین دارای خاصیت دور کنندگی برای پرندگان می باشد. برای کنترل نرم تنان مرکبات و سایر گیاهان به میزان ۲۰ تا ۲۵ کیلو در هکتار به صورت طعمه مصرف می شود. **این سم روی گل و میوه سیب اثر سوء ایجاد می کند و لذا یک هفته قبل از گلدهی و شش هفته پس از گلدهی نباید از آن استفاده کرد.** همچنین از این سم برای ضد عفونی بذور نیز استفاده می شود.

فرمولاسیون: در ایران ترکیب فوق به صورت پودر وتابل قابل تعلیق ۴۰ درصد وجود دارد.

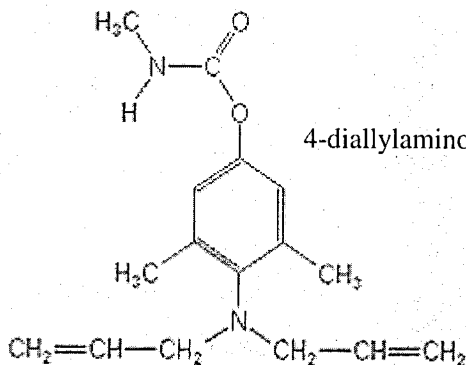
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی برای موش صحرایی ۱۳۵-۱۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل به شدت سمی می باشد.

۴- آلیکسیکارب (allyxycarb)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{22}N_2O_2$

نام شیمیایی: 4-diallylamino-3,5-xylyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

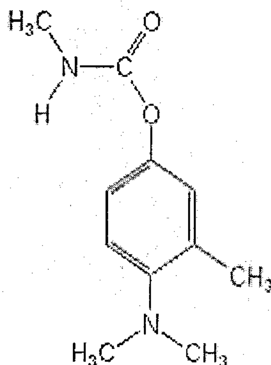


۵- آمینوکارب (aminocarb)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{16}N_2O_2$

نام شیمیایی: 4-dimethylamino-*m*-tolyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

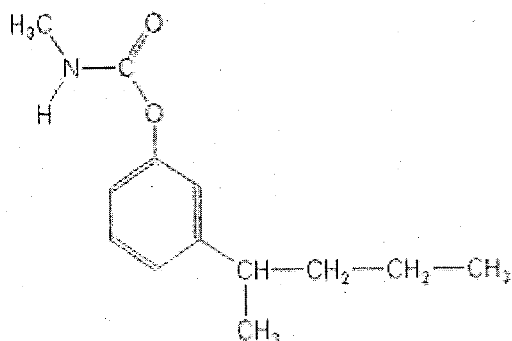


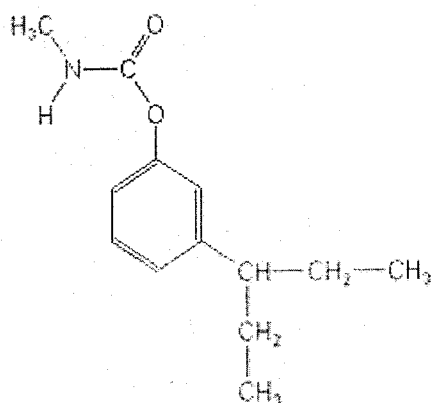
۶- بوفنکارب (bufencarb)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{19}NO_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-3-(1-methylbutyl)pHenyl methylcarbamate and 3-(1-ethylpropyl)methyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:



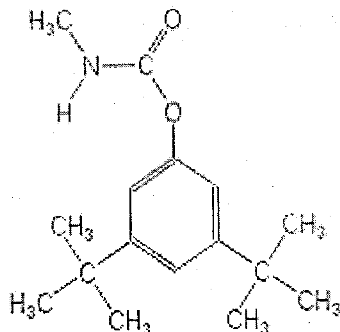


۷- بوتاکارب (butacarb)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{25}NO_2$

نام شیمیایی: 3,5-di-*tert*-butylpHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

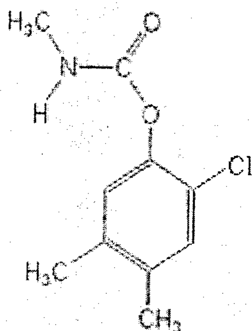


۸- کاربانولات (carbanolate)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{12}ClNO_2$

نام شیمیایی: 6-chloro-3,4-xylyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

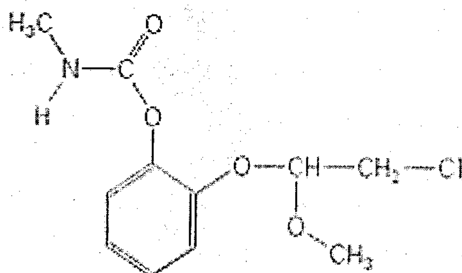


۹- کلوتکارب (cloethocarb)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{14}ClNO_4$

نام شیمیایی: (*RS*)-2-(2-chloro-1-methoxyethoxy)pHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

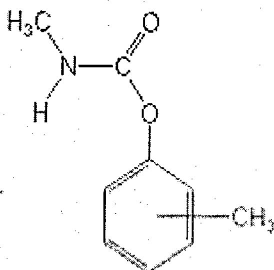


۱۰- دیکرسیل[۲] (dicresyl)

فرمول مولکولی: $C_9H_{11}NO_2$

نام شیمیایی: cresyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

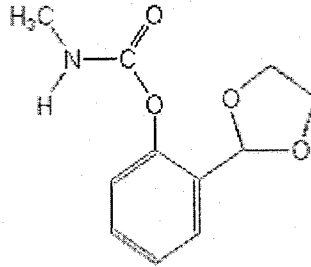


۱۱- دیوکساکارب (**dioxacarb**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{13}NO_4$

نام شیمیایی: 2-(1,3-dioxolan-2-yl)pHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

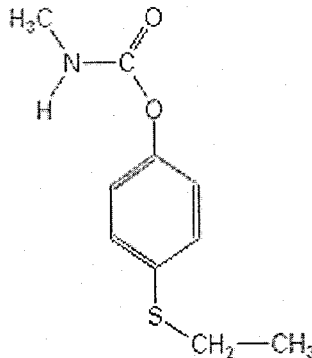


EMPC -۱۲

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{13}NO_2S$

نام شیمیایی: 4-ethylthiopHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

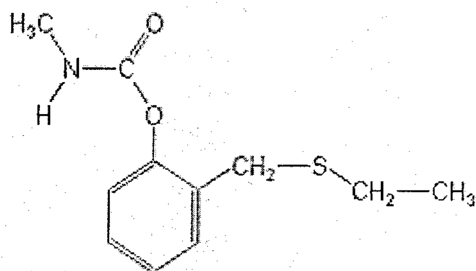


۱۳- اتیوفنکارب (**ethiofencarb**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2S$

نام شیمیایی: α-ethylthio-*o*-tolyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

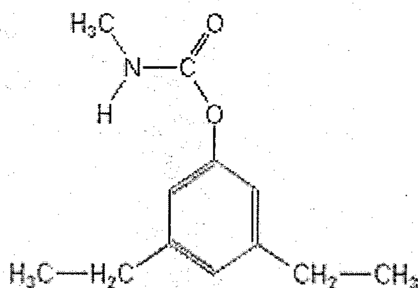


۱۴- فنتکارب (fenethacarb)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}NO_2$

نام شیمیایی: 3,5-diethylpHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

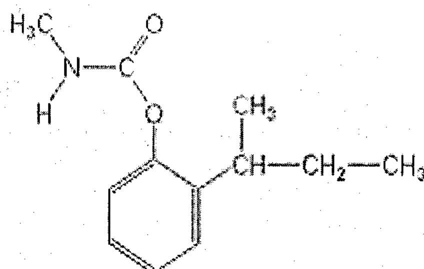


۱۵- فنوبوکارب (fenobucarb)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}NO_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-2-*sec*-butylpHenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

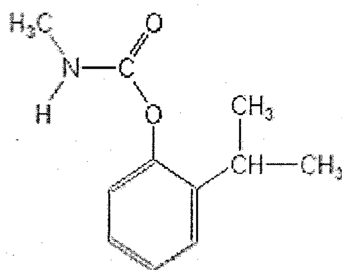


۱۶- ایزوپروکارب (isoprocarb)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2$

نام شیمیایی: *o*-cumenyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

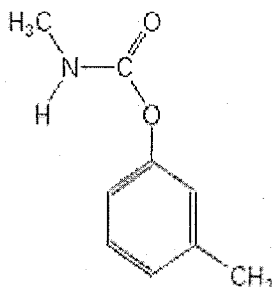


۱۷- متولکارب (metolcarb)

فرمول مولکولی: $C_9H_{11}NO_2$

نام شیمیایی: *m*-tolyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

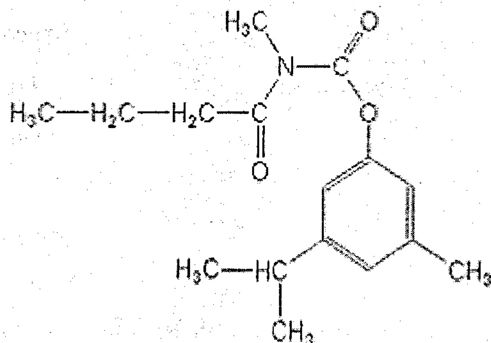


۱۸- پروماسیل (promacyl)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{23}NO_3$

نام شیمیایی: 5-methyl-*m*-cumenyl butyryl(methyl)carbamate

ساختار شیمیایی:



۱۹- پرومکارب (promecarb)

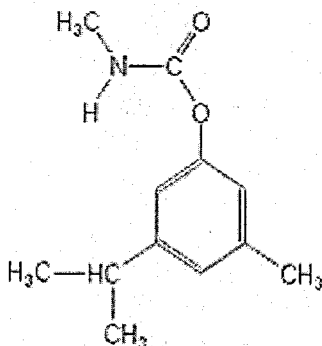
فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}NO_2$

نام شیمیایی: 5-methyl-*m*-cumenyl methylcarbamate

نام تجارتی: کاربامولت

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}NO_2$

ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط ژاگر در سال ۱۹٦٦ معرفی شده و سپس شرکت شرینگ آن را ساخته و به بازار عرضه نموده است. دارای وزن مولکولی ۲۰۷/۲٦، نقطه جوش ۱۱۷ درجه سانتیگراد، نقطه ذوب ۸۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار حدود ٤×۱۰^{-۵} میلی بار در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. این سم در مجاورت مواد اسیدی و قلیایی قوی هیدرولیز می شود. در آب نسبتاً محلول بوده، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می گردد.

نحوه تأثیر: فاقد خاصیت سیستمیک بوده و از طریق گوارشی و تنفسی مؤثر است.

موارد مصرف: این سم برای کنترل سوسک کلرادو و لارو بالپولکداران توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون ۲۵ درصد و پودر وتابل ۴۹ درصد به بازار عرضه شده است.

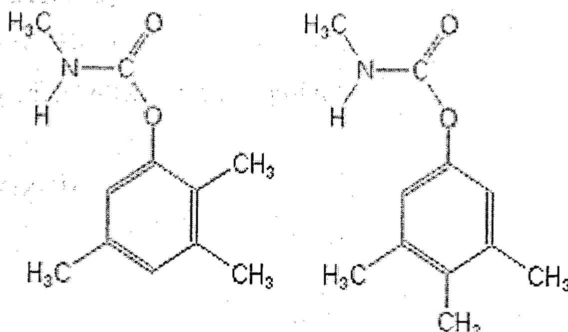
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی ۹۰۷۸ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۲۰-تریمتاکارب (trimethacarb)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2$

نام شیمیایی: 3,4,5-trimethylpHenyl methylcarbamate and 2,3,5-trimethylpHenyl methylcarbamate in a ratio between 3.5:1 and 5.0:1

ساختار شیمیایی:

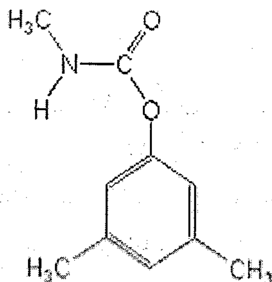


۲۱- XMC

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{13}NO_2$

نام شیمیایی: 3,5-xylyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:

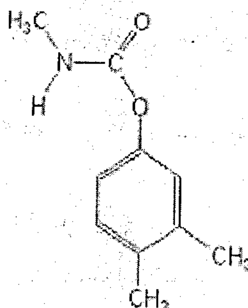


۲۲- زایلیکارب (xylylcarb)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{13}NO_2$

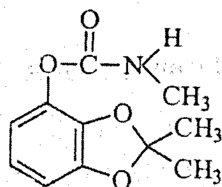
نام شیمیایی: 3,4-xylyl methylcarbamate

ساختار شیمیایی:



پ- متیل کارباماتهای هتروسیکلیک

۱- بندیوکارب (bendiocarb)



نام تجارتی: نیومایل، گاروکس، سیدوکس، مالتامات و فیکام

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{13}NO_4$

نام شیمیایی: 2,2-dimethyl-1,3-benzodioxol-4-yl methylcarbamate

مشخصات: وزن مولکولی این سم ۲۲۳/۲۳ می باشد. فرم خالص آن به شکل بلورهای بیرنگ و بی بو، با نقطه ذوب ۱۲۸-۱۳۰ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۶/۷×۱۰^{-۶}$ میلی بار است. در مجاورت مواد قلیایی به فنلهای مربوط هیدرولیز می شود. هیدرولیز آن در pHهای مختلف، متفاوت است؛ به طوری که در pH برابر ۵، در مدت ٤٨ ساعت، در pH برابر ۷، در مدت ۸۱ ساعت و بالاخره pH برابر ۹ در مدت ۱۵۰ ساعت، پنجاه درصد آن در اثر هیدرولیز تجزیه می شود. نیمه عمر آن در خاک چند روز تا چند هفته است. این سم در پستانداران هیدرولیز شده و به سرعت به متابولیتهای کم خطرتر تبدیل می شود. به علاوه، آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی تماسی، گوارشی بوده و در بعضی گیاهان دارای خاصیت سیستمیک است.

میزان مصرف: برای کنترل سوسری ۱۰۰ گرم از آن را با ۲۰ لیتر آب مخلوط کرده و در محلهای تجمع سوسریها می پاشند. به علاوه، به صورت اسپری برای مبارزه با مگس و به صورت طعمه برای کنترل مگس با سمپاشی ULV نیز مصرف می شود.

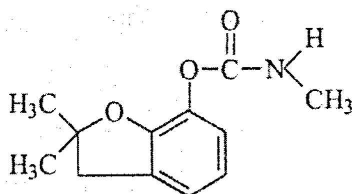
موارد مصرف: روی انواع حشرات خانگی و آفات انباری مؤثر بوده و اثرات جانبی پس از سمپاشی نظیر رنگی شدن دیوار و خوردگی ظروف سمپاش را ندارد. برای مبارزه با پشه مالاریا به صورت نوار نیز استفاده می شود.

فرمولاسیون: این سم به صورت گرانول ۳-۱۰ درصد و پودر وتابل ۸۰ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق تماسی ٥٦٦-۸۰۰ و از طریق گوارشی ٤٠-١٥٦ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

پادزهر: سولفات آتروپین.

۲- کاربوفوران (carbofuran)



نام تجارتی: فوراداان و کوارتز

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{15}NO_3$

نام شیمیایی: 2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl methylcarbamate

مشخصات: این سم جزء گروه متیل کارباماتهای هتروسیکلیک است که در سال ۱۹۷۱ در آمریکا تولید و به بازار عرضه شده است. این سم دارای وزن مولکولی ۲۲۱/۳، نقطه ذوب ۱۵۳- ١٥٤ درجه سانتیگراد و فشار بخار ۲/۷ میلی بار در دمای ۳۳ درجه سانتیگراد است. در دمای بیش از ۱۵۰ درجه سانتیگراد تجزیه می شود. نیمه عمر آن در خاک ۳۰-۱۱۷ روز می باشد. میزان حلالیت آن در آب خیلی کم بوده و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد حدود ۰/۳۲ گرم در لیتر است، ولی در حلالهای آلی نسبتاً محلول می باشد. این سم آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی سیستمیک با اثر نماتد کشی و کنه کشی است.

میزان مصرف: گرانول پاشی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار ۱۰ تا ۱۵ روز بعد از نشاء کاری در زمین اصلی صورت می گیرد و بعد از گرانول پاشی، جریان آب مزرعه باید تا ٤ روز توقف یابد.

موارد مصرف: مصرف آن عمدتاً برای کنترل آفات خاکزی به ویژه آفات ذرت، پنبه و سیب زمینی می باشد. از طریق ریشه جذب شده و از طریق سیستم آوندی به شاخ و برگ گیاه انتقال می یابد. این سم در کنترل سرخرطومی برگ یونجه نیز اثر رضایت بخشی دارد.

فرمولاسیون: این سم به صورت گرانول ۳-۱۰ درصد و پودر وتابل ۷۵ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۸ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

پادزهر: سولفات آتروپین و اکسیم پادزهر آن می باشد.

۳- اتیوفنوکارب (ethiofencarb)

نام تجارتی: کرونتون

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2S$

مشخصات: این سم در سال ۱۹۷٤ توسط هوفمن و هامان در آزمایشگاه تهیه گردید و سپس شرکت بایر آن را فرموله کرده و به بازار عرضه شد. دارای نقطه ذوب ۳۳/٤ درجه سانتیگراد و فشار بخار 5×10^{-4} میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. فرم خالص آن به شکل امولسیون زرد رنگ می باشد که در محیطهای خنثی و اسیدی پایداری زیادی داشته، ولی در محیطهای قلیایی به شدت تجزیه می شود. در ظروف فلزی ایجاد خوردگی نمی کند. در آب نامحلول و یا نسبتاً محلول بوده، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. سولفوکساید و سولفون جزء متابولیتهای آن است که در گیاهان و در ادرار موش صحرایی یافت می شود.

نحوه تأثیر: دارای خاصیت سیستمیک بوده و خاصیت شته کشی خوبی نیز دارد.

موارد مصرف: به میزان ۵۰ گرم ماده خالص در ۱۰۰ لیتر آب استفاده می شود و در دز توصیه شده روی محصولات زراعی و باغی اثر سوئی ندارد.

فرمولاسیون: به صورت گرانول ۱۰ درصد و امولسیون ۵۰ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ٤۱۱- ٤۹۹ میلیگرم بر کیلوگرم و از طریق تماسی ۱۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. امولسیون آن برای زنبورعسل سمی بوده، ولی فرم گرانول آن سمیتی برای این حشره ندارد.

۴- کلوتوکارب (cloethocarb)

نام تجارتی: لانس

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{14}ClNO_4$

مشخصات: این سم توسط هایرینس و همکاران در سال ۱۹۸۷ تهیه گردید و سپس شرکت بسف آن را ساخت و به بازار عرضه نموده است. فرم خالص این سم به شکل بلورهای سفید و یا بیرنگ با وزن مولکولی ۲۵۹/۷، نقطه ذوب ٦۹-۷۵ درجه سانتیگراد، فشار حدود ۰/۰۱ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در محیطهای اسیدی و قلیایی قوی تجزیه می شود. در روی ظروف فلزی ایجاد خوردگی نمی کند. در آب به مقدار خیلی کم ولی در حلالهای آلی به مقدار زیاد حل می شود.

نحوه تأثیر: دارای خاصیت تماسی، نفوذی، گوارشی و سیستمیک است.

میزان مصرف: مقدار مصرف آن ۰/۳- ۱/۵ کیلوگرم ماده خالص در هکتار است.

موارد مصرف: این سم برای کنترل حشرات خاکزی، نماتدهای سیب زمینی و دانه های روغنی، پنبه و ذرت مصرف می شود.

فرمولاسیون: به صورت گرانول ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۳۵/٤ میلیگرم بر کیلوگرم از طریق گوارشی ٤۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم از طریق تماسی برای موش صحرایی است.

۵- کارتاپ (cartap)

نام تجارتی: پادان، کادان، پاتاپ، تیوبل

فرمول مولکولی: $C_7H_{16}ClN_3O_2S_2$

مشخصات: این سم در سال ۱۹٦۷ توسط شرکت تادا ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل بلورهای بیرنگ با وزن مولکولی ۲۳۷/۳ و نقطه ذوب ۱۷۹-۱۸۱ است. در محیطهای اسیدی پایدار بوده، ولی در محیطهای قلیایی هیدرولیز می گردد. نیمه عمر آن در خاک حدود ۳ روز است. خاصیت تجمعی ندارد و از طریق ادرار دفع می شود. این سم گروههای عصبی را در سیستم اعصاب مرکزی بلوکه نموده و باعث فلج شدن حشرات می شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: حشره کشی سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی است.

میزان مصرف: به صورت گرانول پاشی به میزان ۳۰ تا ٤۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار می گیرد.

موارد مصرف: این سم برای کنترل کرم ساقه خوار برنج و سوسک کلرادو توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل ۲۵ و ۵۰ درصد، گرانول ٤ و ۱۰ درصد و گرد ۲ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۳۲۵-۳٤۵ میلیگرم بر کیلوگرم و از طریق تماسی ۱۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. سمیت آن برای زنبور عسل متوسط است. با برخی از محصولات نظیر برنج کاملاً سازگاری دارد.

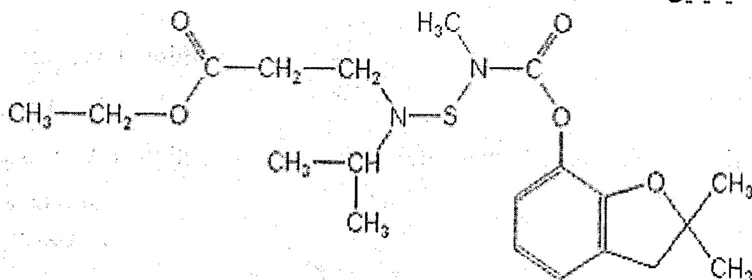
۶- بنفوراکارب (benfuracarb)

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{30}N_2O_5S$

نام شیمیایی:

ethyl *N*-[2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yloxycarbonyl(methyl)aminothio]-*N*-isopropyl-β-alaninate

ساختمان شیمیایی:

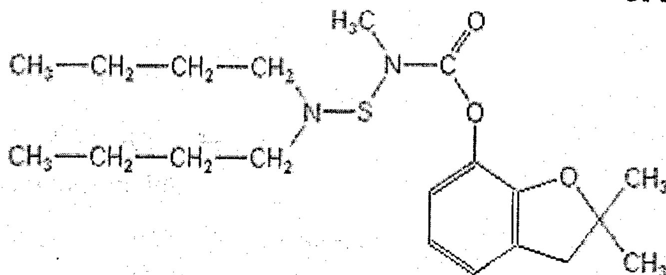


۷- کاربوسولفان (carbosulfan)

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{32}N_2O_3S$

نام شیمیایی: 2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl (dibutylaminothio)methylcarbamate

ساختمان شیمیایی:

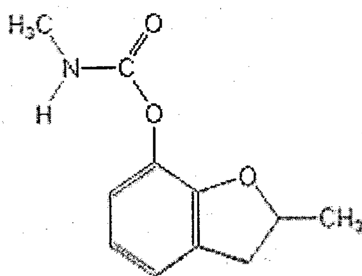


۸- دیکاربوفوران (**decarbofuran**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{13}NO_3$

نام شیمیایی: 2,3-dihydro-2-methylbenzofuran-7-yl methylcarbamate

ساختمان شیمیایی:

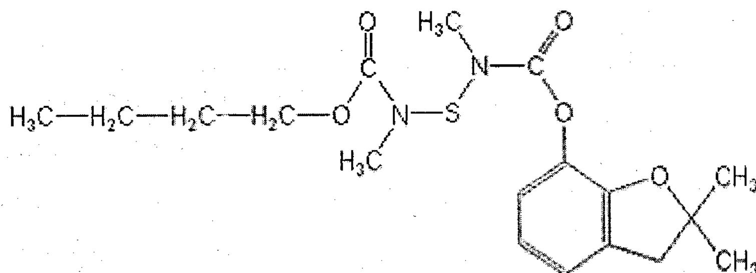


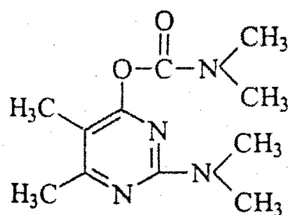
۹- فوراتیوکارب (**furathiocarb**)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{26}N_2O_5S$

نام شیمیایی: butyl 2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl *N,N′*-dimethyl-*N,N′*-thiodicarbamate

ساختمان شیمیایی:





ت- دی متیل کاربامات هتروسیکلیک

۱- پریمیکارپ (**pirimicarb**)

نام تجارتی: آبول، راپید، آفساید، آفوکس و پریمور

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{18}N_4O_2$

نام شیمیایی: 2-dimethylamino-5,6-dimethylpyrimidin-4-yl dimethylcarbamate

مشخصات: خاصیت حشره کشی این سم در سال ۱۹٦۹ به عنوان یک شته کش اختصاصی توسط گوش و برانیواتیزا کشف شد و سپس شرکت آی.سی.آی آن را ساخته و به بازار عرضه کرد. فرم خالص این سم به شکل بلورهای بیرنگ با وزن مولکولی ۲۳/۷۳، نقطه ذوب ۹۰/۵ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۴×۱۰^{-۵}$ میلی بار در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد است. این ترکیب از ترکیبات مهم سموم کاربامات از گروه هتروسیکلیک بوده و از ناپایدارترین حشره کشهای کاربامات می باشد. پریمیکارپ جزء گروه N- دی متیل کاربامات هتروسیکلیک بوده و در آب به میزان ۲/۷ میلیگرم در لیتر حل می شود، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. در محیطهای آبی و روی سطح گیاهان سریعاً تجزیه می شود. این سم فاقد خاصیت گیاهسوزی است و به گلها، میوه ها و برگها خسارتی وارد نمی کند. از این سم در موقع شکوفه گلها نیز می توان استفاده کرد و علاوه بر این، در برنامه IPM نیز قابل استفاده می باشد. ADI آن ۰/۰۰٤ میلیگرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: دارای خاصیت تماسی و تدخینی است، ولی وقتی روی گیاه پاشیده شود به سرعت نفوذ می نماید. خاصیت سیستمیک آن نیز وقتی بروز می کند که از طریق خاک مصرف شود که در این صورت از راه آوندها به طریق سیستمیک در قسمتهای مختلف گیاه پخش می شود.

موارد مصرف: این سم برای کنترل شته های توتون، شته های گیاهان زینتی و جالیز به نسبت ۰/۵ تا ۱ در هزار مصرف می شود.

فرمولاسیون: فرم تجارتی آن به صورت آئروسول، ULV و یا پودر وتابل ۵۰ درصد و به رنگ آبی می باشد.

سمیت روی سایر موجودات: پریمیکارپ سمیت متوسطی برای پستانداران دارد و برای زنبور عسل و دیگر حشرات گرده افشان نسبتاً کم خطر است. بر اساس ادعای شرکت سازنده این سم روی نژادهای مقاوم شته ها که در برابر سموم فسفره مقاوم شده باشند نیز مؤثر است. این سم با کلیه حشره کشها و کنه کشهایی که دارای pH خنثی باشند سازگاری دارد.

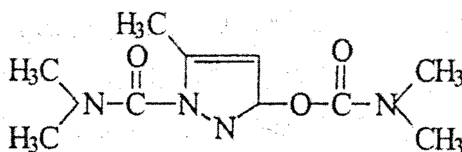
۲- دی متیلان (dimetilan)

نام تجارتی: Snip

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{16}N_4O_3$

نام شیمیایی: 1-dimethylcarbamoyl-5-methylpyrazol-3-yl dimethylcarbamate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم به شکل جامد بوده و نقطه ذوب آن ٦٨-٧١ درجه سانتیگراد می باشد. میزان حل شدن آن در آب ٢٤ درصد است و خاصیت سیستمیک دارد. امروزه از این سم برای کنترل آفات کشاورزی استفاده نمی شود.

نحوه تأثیر: این سم از دی متیل کارباماتهای هتروسیکلیک بوده که از طریق تماسی تأثیر ندارد، ولی از طریق گوارشی بسیار مؤثر است.

موارد مصرف: از این سم در منازل و اصطبلها به صورت نوارهای مخصوص یا صفحات مدور آغشته به سم استفاده می کنند.

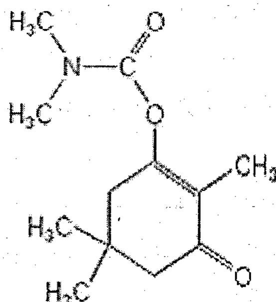
سمیت روی سایر موجودات: دارای سمیت نسبتاً شدیدی برای انسان و دیگر پستانداران است. LD_{50} آن برای موش صحرایی به طریق گوارشی ٢٥-٦٤ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۳- دیمتان (dimetan)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{17}NO_3$

نام شیمیایی:

5,5-dimethyl-3-oxocyclohex-1-enyl dimethylcarbamate

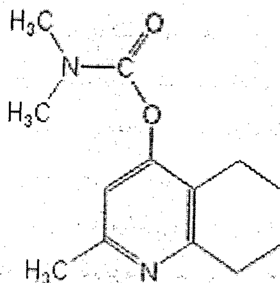


۴- هیکوئینکارب (hyquincarb)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{18}N_2O_2$

نام شیمیایی: 5,6,7,8-tetrahydro-2-methyl-4-quinolyl dimethylcarbamate

ساختار شیمیایی:



ث- گروه آگزایمها

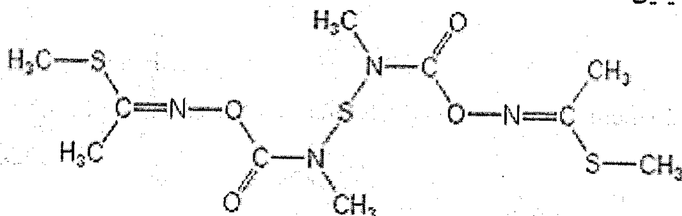
۱- تیودیکارب (thiodicarb)

نام تجارتی: سموین، لاروین و نیورال

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{18}N_4O_4S_3$

نام شیمیایی:
3,7,9,13-tetramethyl-5,11-dioxa-2,8,14-trithia-4,7,9,12-tetra-azapentadeca-3,12-diene-6,10-dione

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم توسط سیوا و همکاران در سال ۱۹۷۷ تهیه گردیده و سپس به وسیله شرکت رون پولن ساخته و به بازار عرضه شده است. تیودیکارب دارای وزن مولکولی ۲۵٤/۵، نقطه ذوب ۱۷۳-۱۷٤ درجه سانتیگراد، فشار بخار حدود ۵/۱ میلی پاسکال در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. میزان حلالیت آن در آب ۳۵ میلیگرم در لیتر بوده ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. تا دمای ٦۰ درجه سانتیگراد پایدار است. در محیطهای قلیایی، اسیدی و املاح فلزی تجزیه می شود، ولی در pH =٦ پایدار است. در pH=۹ نیز به سرعت تجزیه می گردد.
این سم آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. پادزهر آن سولفات آتروپین می باشد و باید از مصرف نارکوتیکس و سایر داروهای آرام بخش خودداری شود. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: این ترکیب از نوع اکسیم کارباماتها است که دارای اثر تماسی و گوارشی بوده و روی حشرات مفید تأثیر سوء کمتری دارد.

میزان مصرف: محلول پاشی برای کرم قوزه پنبه به مقدار یک کیلوگرم در هکتار و برای پروانه چوبخوار پسته به نسبت ۱/۵ در هزار توصیه می شود. برای تریپس پنبه به طریق ضدعفونی بذر پنبه به نسبت ۵ در هزار استفاده می شود. دز مصرفی پودر وتابل DF_{80} یک کیلوگرم در هکتار و امولسیون ٤۵ درصد آن ۲/۵ لیتر در هکتار می باشد.

موارد مصرف: علیه کرم قوزه و تریپس پنبه و پروانه چوبخوار پسته استفاده می شود. همچنین برای کنترل هلیوتیس، لارو سرخرطومی برگ یونجه، سنها و زنجرکها می توان توصیه نمود.

فرمولاسیون: این ترکیب به صورت امولسیون ٤۵ درصد و پودر وتابل ۸۰ درصد تحت عنوان لاروین DF_{80} به بازار عرضه شده، که البته در ایران فقط پودر وتابل آن موجود است. این سم ۱ تا ١٤ روز دوام حشره کشی خود را در سطوح سمپاشی شده حفظ می نماید..

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی ٦٦ میلیگرم بر کیلوگرم و از طریق تماسی ۲۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

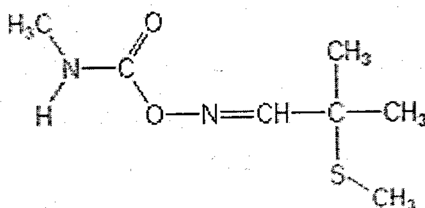
۲- آلدیکارب (aldicarb)

نام تجارتی: تمیک

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}N_2O_2S$

نام شیمیایی: 2-methyl-2-(methylthio)propionaldehyde *O*-methylcarbamoyloxime

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ١٩٦۵ توسط شرکت یونیون کارباید ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ١٩٠/٢٧ و نقطه ذوب ۱۰۰ درجه سانتیگراد بوده و در دمای بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد تجزیه می شود. فشار بخار آن در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد حدود $1/3 \times 10^{-4}$ میلی بار است. آلدیکارب در برابر نور و محیطهای قلیایی به شدت ناپایدار است و عوامل اکسیدکننده آن را اکسید کرده و به سولفوکساید و سولفون تبدیل می کنند. در فلزات معمولی و مواد پلاستیکی خوردگی ایجاد نمی کند. در داخل گیاه و خاک اکسید شده و به سولفوکساید و سولفون تبدیل می شود و به دنبال آن انواع اکسیمها، نیتریتها، آمیدها و اسیدها شکل می گیرند.

این ترکیب از گروه اکسیمی کاربامات است که حلالیت زیادی در آب دارد و سمی ترین ترکیب برای پستانداران می باشد. این سم تا ۱۰ هفته پس از سمپاشی در گیاه باقی می ماند و قبل و پس از کاشت نیز مصرف می شود. ۲٤ روز خاصیت آفت کشی خود را حفظ می کند. این سم آنزیم استیل کولین استراز خون را کاهش می دهد. حد مجاز آن (ADI) برای انسان ۰/۰۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم است.

نحوه تأثیر: خاصیت حشره کشی آن به صورت سیستمیک است و خاصیت نماتد کشی نیز دارد.

میزان مصرف: جهت مبارزه با آفات خاکزی هنگام کشت قبل از رویش گیاه به صورت نواری در روی خاک مصرف می گردد و برای احتراز از مسمومیت به صورت گرانول ساخته شده و بلافاصله زمین به وسیله آب و یا باران آبیاری می شود. دز مصرفی آن ۰/۵-۱ کیلوگرم در هکتار است.

موارد مصرف: علیه آفات و نماتدهای پنبه و چغندرقند بکار می رود.

فرمولاسیون: آلدیکارب به صورت گرانول ۱۰ درصد و پودر وتابل توسط کارخانه رون پولن فرانسه سنتز و به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} دهانی آن برای موش صحرایی ۰/۹۳ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل به شدت سمی می باشد.

پادزهر: سولفات آتروپین.

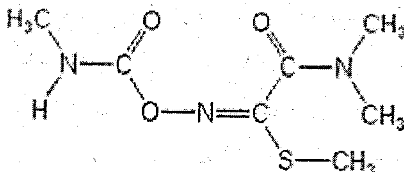
۳- اگزامایل (oxamyl)

نام تجارتی: اگزامیل و ویریت

فرمول مولکولی: $C_7H_{13}N_3O_3S$

نام شیمیایی: (*EZ*)-*N*,*N*-dimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)acetamide

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این ترکیب که از گروه اکسیم کاربامات است، در سال ۱۹٦۹ توسط پترسون و همکاران کشف گردید و سپس توسط شرکت دوپون ساخته و به بازار عرضه شد. دارای وزن مولکولی ۲۱۹/۳٦ و نقطه ذوب ۱۰۰-۱۰۲ درجه سانتیگراد بوده و در موقع جوشیدن تجزیه

می شود. فشار بخار آن در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد حدود $^{-4}$۱۰× ۳/۱ میلی بار است. در آب نسبتاً محلول بوده و در حلالهای آلی نیز قابل حل است. در برابر پرتو فرابنفش، مواد قلیایی و دمای بالا تجزیه می شود.

نحوه تأثیر: این ترکیب دارای خاصیت سیستمیک بوده و از طریق ریشه جذب می شود. به علاوه، وقتی روی قسمتهای هوایی گیاه پاشیده شود به ریشه نیز منتقل می گردد.

میزان مصرف: دز مصرفی آن ۰/۲۸-۱/۱۲ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار است.

موارد مصرف: اگزامایل هم در خاک و هم روی گیاه مصرف می شود و روی حشرات، کنه ها و نماتدها دارای خاصیت آفت کشی است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از طریق گوارشی برای موش صحرایی برابر با ٥/٤ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

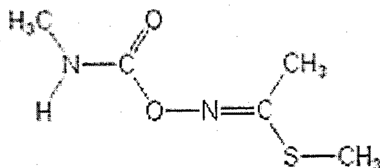
۴- متومیل (methomyl

نام تجارتی: لانات و نوردین

فرمول مولکولی: $C_5H_{10}N_2O_2S$

نام شیمیایی: *S*-methyl (*EZ*)-*N*-(methylcarbamoyloxy)thioacetimidate

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹٦٦ توسط شرکتهای پکتن، دوپونت و شل به بازار عرضه شد. دارای وزن مولکولی ١٦٢/٢١ و فشار بخار $^{-5}$۱۰ × ٦/٥ میلی بار در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است. این ترکیب در محیطهای مایع بسیار پایدار بوده، ولی در محیطهای قلیایی هیدرولیز می شود. این سم از گروه اکسیمی کاربامات می باشد. ماده فعال آن به صورت کریستالهای سفید رنگ با نقطه ذوب ۷۸- ۷۹ درجه سانتیگراد است. به مقدار ٥/٨ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل می شود.

نحوه تأثیر: این سم دارای خاصیت سیستمیک بوده و وقتی به سطح خاک پاشیده شود از طریق ریشه جذب شده و به سایر قسمتهای گیاه انتقال می یابد.

موارد مصرف: طیف حشره کشی آن وسیع بوده و برای کنترل آفات سبزیجات، گیاهان علوفه ای و تعدادی از گیاهان زینتی قابل توصیه می باشد.

فرمولاسیون: این سم به صورت مایع قابل حل در آب و پودر وتابل به بازار عرضه می شود.
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۱۷ میلیگرم بر کیلوگرم است، سمیت آن از طریق پوست بدن خیلی کم می باشد.

۵- فوراتیوکارب (furathiocarb)

نام تجارتی: دلتانت
فرمول مولکولی: $C_{18}H_{28}N_2O_5S$
مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۱ توسط شرکت سیباگایگی ساخته شده و به بازار عرضه گردیده است. این سم دارای وزن مولکولی آن ۳۸۲/٤۸، نقطه جوش ۱٦۰ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۰۳ میلی بار و فشار بخار حدود $۸/۷ \times ۱۰^{-۷}$ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. فرم خالص آن به صورت مایع زرد رنگی است که در آب ۲۰ درجه سانتیگراد فقط به مقدار ۱۰ میلیگرم در لیتر، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود.
نحوه تأثیر: این سم دارای اثر سیستمیک، گوارشی و تماسی است.
موارد مصرف: برای کنترل آفات ذرت، کلزا، چغندر قند، آفتابگردان و صیفی توصیه می شود.
فرمولاسیون: فرمولاسیونهای آن به صورت امولسیون غلیظ و گرانول می باشد.
سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۵۲ میلیگرم بر کیلوگرم و از طریق تماسی ۲۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. روی پوست حساسیت جزئی و روی چشم حساسیت متوسطی ایجاد می نماید. این سم برای زنبور عسل بسیار خطرناک است.

۶- بوتوکسی کاربوکسیم (butoxycarboxim)

نام تجارتی: پلنت پاین
فرمول مولکولی: $C_7H_{14}N_2O_4S$
مشخصات: بوتوکسی کاربوکسیم در سال ۱۹۷۲ توسط لمپل و متی تهیه شد و سپس شرکت واکر آن را سنتز و به بازار عرضه نمود. فرم خالص آن به شکل کریستالهای بیرنگ با وزن مولکولی ۲۲۲/۲٦ و نقطه ذوب ۸۵-۸۹ درجه سانتیگراد بوده، ولی قبل از جوشیدن بخار می شود. فشار بخار آن در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد حدود $۱/۳ \times ۱۰^{-۵}$ است. این سم در محیطهای خنثی بادوام است، ولی در شرایط اسیدی و قلیایی قوی سریعاً هیدرولیز می شود. در آب به سرعت حل شده و در سایر حلالهای قطبی نیز حل می گردد. بیش از ۹۰ درصد ماده مؤثر آن در مدت ۲ روز از

کپسولها به داخل خاک انتشار یافته و تا ٤٠ روز خاصیت آفت کشی خود را حفظ می کند و در مدت ۸۰-۹۰ روز مقدار آن به ۱۰ درصد مقدار اولیه می رسد.

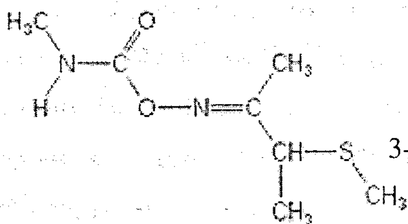
نحوه تأثیر: دارای خاصیت سیستمیک و گوارشی است.

موارد مصرف: این سم برای کنترل شته ها، زنجرکهای گیاهان زینتی و آفات داخل خاک توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت کپسولهایی به ابعاد ٤×۸ میلیمتر حاوی ۵۰ میلیگرم ماده مؤثر به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ٤۵۸ میلیگرم بر کیلوگرم از طریق گوارشی و ۲۸۸ میلیگرم بر کیلوگرم از طریق تماسی می باشد.

۷- بوتوکاربوکسیم (butocarboxim)



نام تجارتی: دراوین، آفلین

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}N_2O_2S$

نام شیمیایی: 3-(methylthio)butanone *O*-methylcarbamoyloxime

مشخصات: این سم در سال ۱۹۷۳ توسط شرکت واشر به بازار عرضه شد. دارای وزن مولکولی ۱۹۰/۲۷ است. فرم خالص آن به شکل مایع غلیظ کمرنگ بوده و در دماهای پایین کریستالیزه می شود. این سم در برابر نور، اکسیژن و آب پایدار می باشد. در محیطهای خنثی نیز بادوام است، ولی در شرایط اسیدی و قلیایی قوی هیدرولیز می شود. در آب به مقدار بسیار جزئی، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. در داخل خاک و گیاهان، بخشی از متیل آمین جدا شده و اتم گوگرد اکسید می شود و تبدیل به سولفید و گروه سولفان می گردد. نیمه عمر آن ۳-۵ روز است.

نحوه تأثیر: حشره کشی سیستمیک با خاصیت تماسی و گوارشی است و از طریق ریشه جذب می شود.

موارد مصرف: برای کنترل شته ها و سایر حشرات مکنده محصولات مختلف قابل توصیه است.

فرمولاسیون: به صورت مایع مخلوط با تریفورن موجود است.

سمیت روی سایر موجودات: برای زنبور عسل نسبتاً سمی است. LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق گوارشی ۱۵۳-۲۱۵ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد.

۸- بن فوراکارب (benfuracarb)

نام تجارتی: انکول

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{30}N_2O_5S$

مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۳ توسط کوتو و همکاران تهیه شد و سپس شرکت اساکا ژاپن آن را سنتز و به بازار عرضه کرد. دارای وزن مولکولی ٤١٠/۵ دلتن است. فرم خالص آن به شکل مایع غلیظی به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز است. فشار بخار آن در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد ۰/۰۲٦٧ میلی بار می باشد. در ظروف شیشه ای در برابر آفتاب تجزیه می شود. نیمه عمر آن حدود ۳ ساعت است.

نحوه تأثیر: حشره کشی با خاصیت تماسی و گوارشی است.

موارد مصرف: این سم برای کنترل آفات خاکزی توصیه می شود. برای کنترل کرمهای مفتولی در مزارع سیب زمینی، سبزیجات و غیره نیز به مقدار ۰/۵ تا ۲/۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می گردد.

فرمولاسیون: به صورت گرانول ۳، ۵ و ۱۰ در صد، امولسیون ۲۰ و ۳۰ درصد و پودر وتابل ٤۰ درصد عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۱۲۵میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی از طریق گوارشی می باشد.

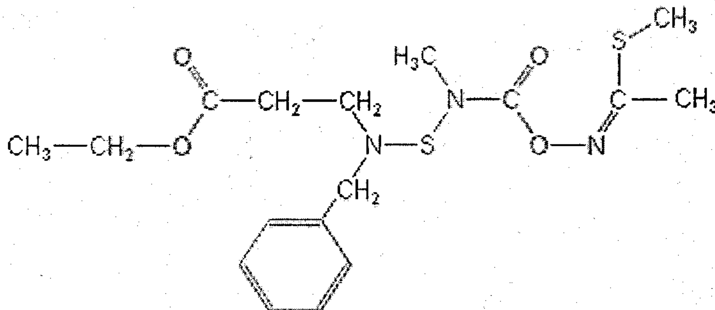
۹- آلانیکارب (alanycarb)

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{25}N_3O_4S_2$

نام شیمیایی:

ethyl (*Z*)-*N*-benzyl-*N*-[[methyl(1-methylthioethylideneamino-oxycarbonyl)amino]thio]-β-alaninate

ساختمان شیمیایی:

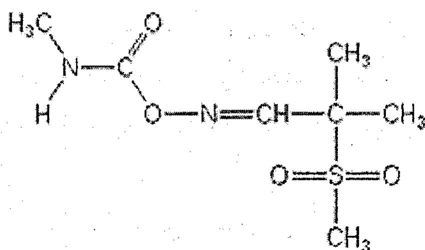


۱۰- آلدوکسیکارب (**aldoxycarb**)

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}N_2O_4S$

نام شیمیایی: 2-mesyl-2-methylpropionaldehyde *O*-methylcarbamoyloxime

ساختمان شیمیایی:

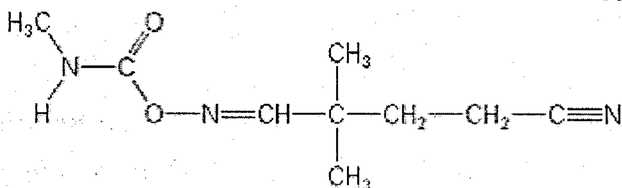


۱۱- نیتریلاکارب (**nitrilacarb**)

فرمول مولکولی: $C_9H_{15}N_3O_2$

نام شیمیایی: (*EZ*)-4,4-dimethyl-5-(methylcarbamoyloxyimino)valeronitrile

ساختمان شیمیایی:

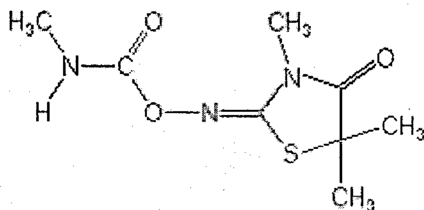


۱۲- تازیمکارب (**tazimcarb**)

فرمول مولکولی: $C_8H_{13}N_3O_3S$

نام شیمیایی: (*EZ*)-3,5,5-trimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-1,3-thiazolidin-4-one

ساختمان شیمیایی:

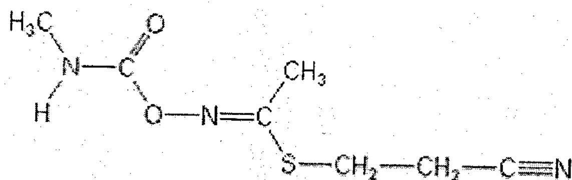


۱۳- تیوکاربوکسیم (thiocarboxime)

فرمول مولکولی: $C_7H_{11}N_3O_2S$

نام شیمیایی: (*EZ*)-3-[1-(methylcarbamoyloxyimino)ethylthio]propionitrile

ساختمان شیمیایی:

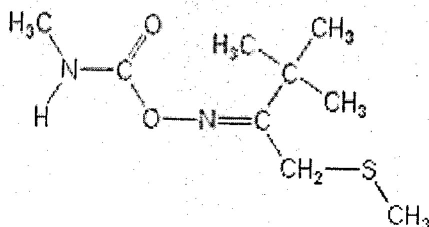


۱۴- تیوفانوکس (thiofanox)

فرمول مولکولی: $C_9H_{18}N_2O_2S$

نام شیمیایی: 3,3-dimethyl-1-methylthiobutanone *O*-methylcarbamoyloxime

ساختمان شیمیایی:



فصل دهم

کنه کشها

کنه کشها

سمومی که به عنوان کنه کش مصرف می شوند گروههای مختلفی از ترکیبات شیمیایی شامل برخی از حشره کشهای کلره، فسفره، کاربامات و حتی سموم قارچکش را شامل می شوند، ولی برخی از این ترکیبات به عنوان کنه کش اختصاصی بوده که روز به روز به اهمیت استفاده از آنها افزوده می شود و علت عمده آنها طغیان کنه های زیان آور در اثر از بین رفتن دشمنان طبیعی آنها می باشد و به علاوه، کنه ها به برخی از آنها مقاوم شده اند. با اینکه حشره کشهای فسفره، ترکیبات گوگردی معدنی و پلی سولفورها بر روی کنه های گیاهخوار مؤثرند، ولی اغلب مقاومت کنه ها در برابر این ترکیبات مسائل عمده ای را به وجود آورده و بدین لحاظ غالباً توصیه می شود که در هنگام کاربرد این سموم از یک کنه کش اختصاصی نیز بطور توأم یا با فاصله کمی از آن استفاده شود.

در این فصل سموم کنه کش بر اساس ساختار شیمیایی آنها تقسیم بندی شده اند:

الف) کنه کشهای آنتی بیوتیکی

از کنه کشهای این گروه می توان به سمومی از قبیل نیکومایسین (nikkomycins) و تورینجینسین (thuringiensin) اشاره نمود.

ب) کنه کشهای لاکتون ماکروسیکلیک

در این گروه، کنه کش تتراناکتین (tetranactin) با فرمول مولکولی $C_{44}H_{72}O_{12}$ وجود دارد.

پ) کنه کشهای آورمکتین

از کنه کشهای این گروه می توان به آبامکتین، دورامکتین، اپرینومکتین، ایورمکتین و سلامکتین اشاره نمود که در بین آنها آبامکتین علاوه بر خاصیت حشره کشی و کنه کشی، دارای خاصیت نماتدکشی نیز می باشد.

آبامکتین (abamectin)

نام تجارتی: ورتیمک

سایر مشخصات: این کنه کش شامل مخلوطی از avermectin B1a (ساختمان شیمیایی i) به میزان بیش از ۸۰٪ و avermectin B1b (ساختمان شیمیایی ii) به میزان کمتر از ۲۰٪ است.

نحوه تأثیر: کنه کشی تماسی، گوارشی می باشد.

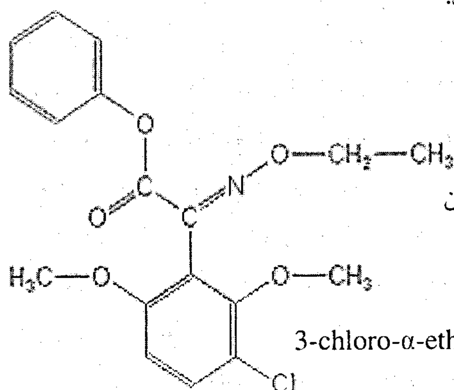
موارد مصرف: در کنترل کنه زنگ مرکبات مؤثر است.

میزان مصرف: ۲۰ سانتیمتر مکعب + ۲۰۰ سانتیمتر مکعب روغن در ۱۰۰ لیتر آب

فرمولاسیون: در ایران به صورت امولسیون ۱/۸ درصد وجود دارد.

ت) کنه کشهای میلبمایسین

از کنه کشهای این گروه می توان به میلبمکتین (milbemectin)، میلبمکتین اکسیم (milbemycin oxime) و موکسیدکتین (moxidectin) اشاره نمود.



ث) کنه کشهای با حلقه فنیل

۱- بنزوکسیمیت (benzoximate)

نام تجارتی: آزومات، آرتابان، آکارمات و سیترازون

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{18}ClNO_5$

نام شیمیایی:

3-chloro-α-ethoxyimino-2,6-dimethoxybenzyl benzoate

مشخصات: دارای وزن مولکولی ٣٦٣٢٨ و نقطه ذوب ٧٣ درجه سانتیگراد می باشد. فرم خالص آنها به شکل بلورهاي سفید رنگ است. این کنه کش در محیطهای قلیایی بسیار بی ثبات، ولی در محیطهای اسیدی پایدار است. در آب نامحلول بوده ولی در بنزن ٦٥، دی متیل فرماید ١٤٦ و کسیلن به میزان ٧١ گرم در ١٠٠ گرم حل می شود. با اکثر حشره کشها و قارچ کشها سازگار است، ولی نباید آن را با محلول بردو و ای پی ان مخلوط نمود.

نحوه تأثیر: کنه کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی می باشد که روی مراحل مختلف زیستی کنه ها مؤثر است.

موارد مصرف: برای کنترل کنه قرمز اروپایی، کنه تارتن دولکه ای درختان میوه سردسیر، کنه زرد و کنه شرقی مرکبات توصیه می شود.

میزان مصرف: برای کنه قرمز اروپایی درختان میوه به میزان ۱/۵ در هزار و برای کنه تارتن دولکه ای و کنه مرکبات به میزان یک در هزار قابل مصرف است.

فرمولاسیون: این سم به صورت امولسیون ۵۰ درصد در ایران وجود دارد.

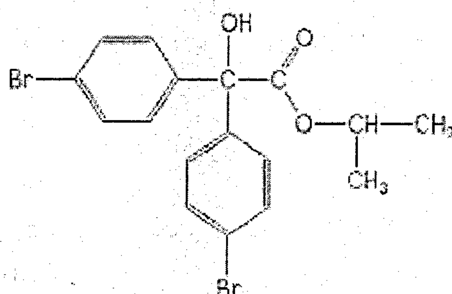
۲- برموپروپیلات (bromopropylate)

نام تجارتی: نئورون، آکارول

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{16}Br_2O_3$

نام شیمیایی: isopropyl 4,4′-dibromobenzilate

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: این سم در سال ۱۹٦٦ توسط گراب و همکاران معرفی و به وسیله شرکت سیباگایکی به بازار عرضه شد. دارای نقطه ذوب ۷۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۱/۱\times۱۰^{-۷}$ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. ماده خالص آن پودر کرم رنگی با نقطه ذوب ۷۲ درجه سانتیگراد می باشد. در آب به میزان خیلی کم، اما در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می گردد. خاصیت تبخیر قابل توجهی دارد. وقتی نئورون در شرایط طبیعی ذخیره شود نسبتاً پایدار است، ولی در معرض مواد قلیایی و اسیدی به مواد غیر سمی تبدیل می شود. در خاک پایداری زیادی داشته و حرکت آن در لایه های خاک کم است. دوام و حرکت آن در خاک به خواص خاک بستگی دارد. نئورون بر روی گیاهان نسبتاً باثبات بوده و باقیمانده آن حتی تا ۸۰ روز پس از سمپاشی نیز دیده می شود. تجزیه آن بسیار بطئی و کند است. در غلظتهای توصیه شده گیاهسوزی ایجاد نمی کند.

نحوه تأثیر: کنه کشی تماسی و غیر سیستمیک با مقداری خاصیت نفوذی و تدخینی است. مدت اثر حفاظتی کنه کشی آن ۷-۱۰ هفته می باشد. این سم اثر اولیه بسیار شدید (ضربه ای) داشته و ۸٤/۵-۹۹/٤ درصد کنه ها را از بین می برد. این ترکیب خاصیت تخم کشی و کنه کشی خوبی داشته و علیه کنه های مقاوم به ترکیبات کلره و فسفره نیز مؤثر است.

موارد مصرف: علیه کنه های تار عنکبوتی چغندرقند، کنه زرد، شرقی و قرمز مرکبات توصیه می شود.

میزان مصرف: امولسیون ۲۵٪ آن برای چغندرقند به میزان ۱/۲ لیتر در هکتار در اوایل تابستان و برای مرکبات به میزان یک در هزار قابل مصرف است. در مزارع پنبه، لوبیا و سویا برای کنترل کنه ها به همراه سایر کنه کشها به میزان ۳-٤ لیتر در هکتار از امولسیون ۲۵ درصد و ۱/۵ تا ۲ لیتر در هکتار از امولسیون ۵۰ درصد توصیه می شود. دوره کارنس آن ۲۰ روز است.

فرمولاسیون: این سم در بازار به صورت امولسیون ۲۵ و ۵۰ درصد یافت می شود.

سمیت روی سایر موجودات: برای انسان و دیگر پستانداران سمیت کمی دارد. LD_{50} آن برای موش صحرایی ۵۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. مسمومیت آن از طریق پوست و

دهان نیز کم است و وقتی وارد بدن شود پس از ۲ روز ۶۰-۸۰ درصد از آن از طریق مدفوع و ادرار دفع می گردد.

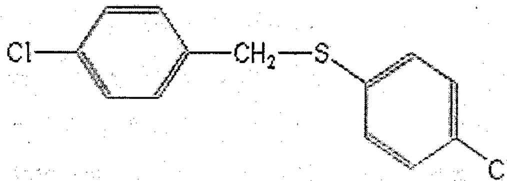
۳- کلربنزاید (chlorbenside)

نام تجارتی: آکاسید، کلروسید، میتوکس، کلروپاراسید

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{10}Cl_2S$

نام شیمیایی: 4-chlorobenzyl 4-chlorophenyl sulfide

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: این سم در سال ۱۹۵۳ توسط شرکت اف.بی.سی ساخته و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن به شکل کریستالهای بی رنگ است. دارای وزن مولکولی ۲۶۹/۱۹، نقطه ذوب ۷۲/۵ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۱/۶×۱۰^{-۵}$ میلی بار در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد می باشد. در محیطهای اسیدی و بازی بسیار پایدار است. در اثر اکسیداسیون و یا وقتی در مجاورت مواد اکسید کننده قرار می گیرد، تبدیل به سولفوکساید و سولفون می شود. روی ظروف نگهداری هیچگونه خاصیت خورندگی ندارد. در آب تقریباً نامحلول است، به طوری که کمتر از ۲۰۰ پی پی ام حل می شود، ولی به سرعت در استون، بنزن، تولوئن، زایلن و دیگر هیدروکربنهای حلقوی معطر حل می گردد. با اکثر ترکیباتی که فرمولاسیون متداول داشته باشند سازگاری دارد. خیار و سایر کدوئیان به این سم حساس می باشند.

نحوه تأثیر: کنه کش اختصاصی با خاصیت تخم کشی و لاروکشی است، ولی خواص حشره کشی آن کم می باشد. این ترکیب روی بسیاری از گونه های کنه ها مؤثر است، ولی اثر آن روی کنه بالغ کم می باشد.

موارد مصرف: برای مبارزه با کنه ها قبل از شکوفه کردن درخت و همچنین گیاهان زینتی و نهالستانها به کار می رود.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل و مایع امولسیون شونده موجود است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از راه دهان برای موشهای صحرایی بیش از ۱۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. سمیتی برای زنبور عسل ندارد. این سم به صورت مشتقات اسید گلوکورونیک از بدن حیوانات خونگرم دفع می شود.

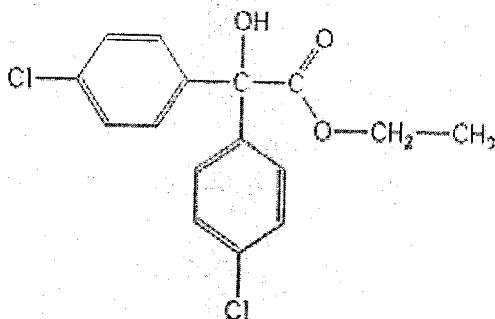
۴- کلروبنزیلات (chlorobenzilate)

نام تجارتی: آکار، فولبکس، آکاراین و بنزیلان

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{14}Cl_2O_3$

نام شیمیایی: ethyl 4,4′-dichlorobenzilate

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: کلروبنزیلات در سال ۱۹۵۲ توسط شرکتهای نیپون و کایاد ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۳۲۵/۲، نقطه ذوب ۳۵-۳۷ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۱۵۶ درجه سانتیگراد در فشار ۷٪ میلی بار و فشار بخار $۲/۹ \times ۱۰^{-۶}$ بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. کنه کش فوق ترکیب زرد کم رنگی است که در آب نامحلول و یا به مقدار بسیار کمی حل می شود، ولی در حلالهای آلی نظیر گزیلول به خوبی حل می گردد. در محیطهای قلیایی و اسیدی قوی هیدرولیز می شود. در محیطهای قلیایی صابونی شده و تشکیل نمک را می دهند.

در حال حاضر به دلیل داشتن خاصیت سرطانزایی تولید و مصرف آن در دنیا ممنوع می باشد.

نحوه تأثیر: کلروبنزیلات کنه کشی تماسی است و بنابراین در موقع سمپاشی اندامهای گیاه باید کاملاً به محلول سمی آغشته شود.

موارد مصرف: این کنه کش برای کنترل کنه های مرکبات، پنبه و سویا توصیه می گردد، ولی در مواردی هم روی سیب، گلابی و آلو لکه های سوخته ای ایجاد می نماید.

میزان مصرف: آکار ۲۵٪ به نسبت ۲ در هزار و آکار ۵۰٪ به نسبت ۱ در هزار مصرف می شود.

فرمولاسیون: آکار به صورت امولسیونهای ۲۵٪ و ۵۰٪ به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: سمیت آن برای زنبور عسل و دیگر حشرات مفید کم می باشد و به صورت نوارهای دودزا تحت عنوان نوار فولبکس برای مبارزه با کنه های پارازیت نظیر کنه واروآ استفاده می شود.

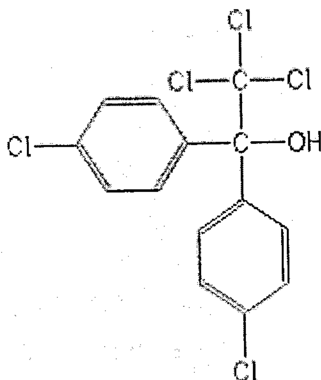
۵- دیکوفول (dicofol)

نام تجارتی: کلتان، آکارین، هایفول، میتیگان

فرمول مولکولی: $C_{14}H_9Cl_5O$

نام شیمیایی: 2,2,2-trichloro-1,1-bis(4-chlorophenyl)ethanol

ساختار شیمیایی



سایر مشخصات: این ترکیب در سال ۱۹۵۵ توسط کارخانه های روم و هاس سداقوی و اکسیدنتال آمریکا ساخته و وارد بازار شده است. دارای نقطه جوش ۱۸۰ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۱۳ میلی بار، نقطه ذوب ۷۸/۵ درجه سانتیگراد و وزن مولکولی ۳۷۰/۵۱ می باشد. دیکوفول یا کلتان در واقع کنه کشی است که از اکسیده شدن د.د.ت به دست می آید و روی کنه های مقاوم به سموم کلره و فسفره نیز مؤثر می باشد. ترکیب پایداری است که با سایر قارچ کشها و حشره کشها قابلیت اختلاط دارد، ولی باید از مخلوط کردن آن با حلالهای شیمیایی و موادی که امولسیون آنها باعث فعال شدن نیروی کشش سطحی می شود خودداری نمود، چون باعث گیاهسوزی می شود.

نحوه تأثیر: دیکوفول کنه کشی غیر سیستمیک با اثرات حشره کشی خفیف است که دارای خاصیت نفوذی مطلوبی بوده و روی تمام مراحل زیستی کنه به غیر از تخم مؤثر است. به همین دلیل ۱۰-۱۵ روز بعد از مصرف، سمپاشی باید تکرار شود.

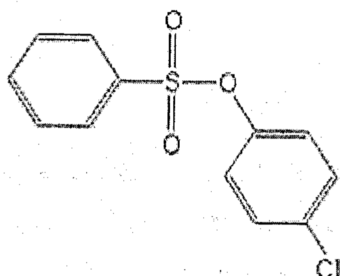
موارد مصرف: این کنه کش برای کنترل کنه های تارتن پنبه و درختان جنگلی و گیاهان زینتی توصیه می شود.

میزان مصرف: دیکوفول به نسبت ۲/۵ لیتر در هکتار برای کنترل کنه های تارتن پنبه مؤثر است، ولی برای کنترل کنه های تارتن درختان غیرمثمر و گیاهان زینتی دز ۱/۵ در هزار توصیه می شود. البته مصرف این سم برای محصولاتی که مصرف مستقیم خوراکی ندارند قابل توصیه است.

فرمولاسیون: دیکوفول به صورت پودر وتابل و امولسیون ۱۸/۵ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: کلتان روی حشرات مفید تأثیر سوء کمی دارد، ولی روی کنه های شکارگر اثر زیان آوری زیادی دارد. LD_{50} آن برای پرندگان ۲٦۵ میلیگرم در کیلوگرم وزن بدن است.

۶- فنزون (fenson)



نام تجارتی: موروسکو

فرمول مولکولی: $C_{12}H_9ClO_3S$

نام شیمیایی: 4-chlorophenyl benzenesulfonate

سایر مشخصات: این سم توسط کارخانه دوپون، مورفی ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۲٦۸/۷ می باشد. فرم خالص آن به شکل بلورهای بیرنگ با نقطه ذوب ٦۱-٦۲ درجه سانتیگراد است. در محیطهای قلیایی هیدرولیز می شود. در آب به مقدار بسیار کم، ولی در حلالهای آلی باردار و در حلالهای آروماتیک به خوبی حل می شود. در حیوانات خونگرم با هیدرولیز و هیدروکسیلاسیون هسته بنزنی تجزیه شده و به صورت گلیکوزید از ادرار دفع می شود. تجزیه آن در خاک مرطوب ظرف ۲٤ ساعت تکمیل می گردد.

نحوه تأثیر: این کنه کش سیستمیک نبوده بلکه اثر تماسی، گوارشی و تدخینی دارد و بیشتر روی تخم مؤثر است و عمل آن جلوگیری از تفریخ تخمها و عقیم کردن ماده های بالغ است. علاوه بر این، مخلوط با حشره کشها و کنه کشهای مؤثر روی حالات متحرک کنه ها نیز بکار می رود.

موارد مصرف: برای مبارزه با کنه ها روی انگور، سیب، سبزیجات، پنبه، گیاهان زینتی و غیره توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل، امولسیون و مخلوط با دیکوفول، مالاتیون، پروپارژیت، پروتوآت در بازار وجود دارد.

سمیت روی سایر موجودات: LD50 آن برای موش صحرایی از راه دهان ۱۵۶۰-۱۷٤۰ و از راه پوست بیش از ۲۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل بسیار سمی می باشد.

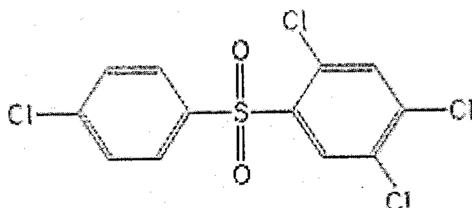
۷- تترادیفون (tetradifon)

نام تجارتی: تدیون و تدیون وی ۱۸

فرمول مولکولی: $C_{12}H_6Cl_4O_2S$

نام شیمیایی: 4-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfone

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: تترادیفون از کنه کشهای قدیمی است که هم اکنون نیز مصرف زیادی دارد. دارای وزن مولکولی ۳۵٦/٦، نقطه ذوب ۱٤۸ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۳/۱\times۱۰^{-۱۰}$ میلی بار در دمای ۲۰٤ درجه سانتیگراد می باشد. ترکیب پایداری است که در روغنهای آلی به خوبی حل می شود.

نحوه تأثیر: این ترکیب روی تخم و دیگر مراحل کنه ها به خوبی مؤثر است. علاوه بر این، کنه های ماده را نیز عقیم یا نازا می کند. کنه کشی غیر سیستمیک است، ولی از خاصیت نفوذی خوبی برخوردار می باشد به این خاطر می تواند کنه های موجود در سطوح فوقانی و تحتانی برگ را تحت تاثیر قرار دهد. تأثیر این ترکیب شیمیایی روی تخمهای زمستانگذران کمتر از تخمهای تابستانه می باشد. این سم دوام خوبی دارد، به طوری که خاصیت کنه کشی خود را ٦۰ تا ۸۰ روز روی گیاه حفظ می کند. تترادیفون قابلیت اختلاط خوبی با سایر قارچکشها و حشره کشها دارد، ولی نباید امولسیون آن را با پودر قابل تعلیق سایر سموم مخلوط کرد، زیرا با آنها ناسازگار می باشد. برای افزایش خاصیت سمی آن می توان آن را با کنه کشهای فسفره مخلوط نمود. دوره کارنس آن ۲۰ روز می باشد.

موارد مصرف: این کنه کش برای کنترل کنه های تارتن پنبه، کنه گردآلود خرما، کنه قرمز مرکبات، کنه زرد مرکبات، کنه شرقی مرکبات، کنه های تارتن سویا و سبزیها، کنه حبوبات، کنه پاکوتاه چای، کنه تارتن درختان جنگلی و غیر مثمر استفاده می شود. روی کدوئیان ایجاد گیاهسوزی می کند.

میزان مصرف: مقدار مصرف این سم برای خرما ۲-۲/۵ در هزار، پنبه و حبوبات ٤ لیتر در هکتار، مرکبات، چای و سبزیها به نسبت ۲ در هزار و درختان جنگلی ۲ در هزار است.

فرمولاسیون: تترادیفون در ایران به صورت امولسیون ۸۰٪ و پودر ۲۰٪ و ماده دود شونده به بازار عرضه می گردد.

سمیت روی سایر موجودات: این سم روی زنبور عسل و دیگر حشرات مفید ایجاد مسمومیت نمی کند، ولی کنه های شکارگر را به شدت تحت تأثیر قرار داده و از بین می برد. LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق دهان ۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

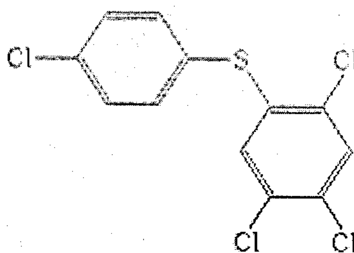
۸- تتراسول (tetrasul)

نام تجارتی: آنیمرت و آلفوس

فرمول مولکولی: $C_{12}H_6Cl_4S$

نام شیمیایی: 4-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfide

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات:، این سم در سال ۱۹۵۷توسط شرکت فیلیپ دوفار ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۳۲٤/۰٦ می باشد. کریستالین (تکنیکال زرد تا قهوه ای رنگ) با نقطه ذوب ۸۸/۵ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۲۰۰ درجه سانتیگراد در فشار ۱/۳ میلی بار و فشار بخار 10^{-6} میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد است. در برابر نور خورشید اکسیده شده و به سولفون تبدیل می شود. در ظروف فلزی خوردگی ایجاد نمی کند. این کنه کش در آب نامحلول است، اما در هیدروکربنهای کلره و حلقوی مخصوصاً کلروفرم به خوبی حل می شود.

نحوه تأثیر: کنه کشی با اثر تماسی و بسیار انتخابی روی تخم و پوره ها است.

موارد مصرف: برای مبارزه با کنه های گیاهان زینتی (مخلوط با دی کلروس) و نیز باغی توصیه می شود که سمپاشی در زمان حداکثر تفریخ تخمها صورت گیرد.

فرمولاسیون: فرمولاسیون آن به صورت پودر وتابل است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۷۰۰۰-۱۵۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن و از طریق پوست برای خرگوش بیش از ۲۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم است. برای زنبور عسل سمی نیست. باید از تماس آن با چشم، پوست و مجاری تنفسی جلوگیری شود.

ج) کنه کشهای کاربامات

بنومیل، کاربانولات، کارباریل، کاربوفوران، متیوکارب، پروماسیل و پروپوکسور در این گروه قرار دارند.

چ) کنه کشهای کارباماتی اکسیم

آلدیکارب، بوتاکاربوکسیم، اکسامایل، تیوکاربوکسیم و تیوفانوکس از جمله کنه کشهای این گروه می باشند.

ح) کنه کشهای دی نیتروفنل

کنه کشهایی که در این گروه قرار دارند عبارتند از: بیناپاکریل، دینکس، دینوبوتون، دینوکاپ، دینوکاپ- ۴، دینوکاپ- ۶، دینوکتون، دینوپنتان، دینوسولفان، دینوتربون و DNOC.

۱- دینوبوتون (dinobuton)

نام تجارتی: سیتاسول، دینوفن و آکرکس

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{18}N_2O_7$

نام شیمیایی: 1-melhylethyl 2(1-methypropyl)-4,6-dinitrophenyl carbamate (CA)_

سایر مشخصات: دینوبوتون در سال ۱۹۶۳ توسط شرکتهای کنوگارد، یونیون کارباید و مورفی به بازار عرضه شد. دارای وزن مولکولی ۳۲۶/۳۱ و فشار بخار کمتر از 10^{-5} میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. فرم خالص این سم به صورت کریستالهای زرد رنگ می باشد. نقطه ذوب آن ۶۱-۶۲ درجه سانتیگراد بوده و در آب به مقدار ناچیزی حل می شود، ولی در استون و گزیلول به خوبی حل می گردد. دینوبوتون در محیطهای اسیدی پایدار است، ولی در محیطهای

قلیایی هیدرولیز شده و به دینوزب تبدیل می شود. هیدرولیز آن در بدن موجودات زنده به وقوع می پیوندد.

نحوه تأثیر: دینوبوتون کنه کشی تماسی، با اثر اولیه ضربه ای و اثر حفاظتی بلند مدت است، به طوری که ۲۰ تا ۲۵ روز دارای اثر حفاظتی در روی گیاهان می باشد. به آهستگی و به مقدار کم به داخل گیاه نفوذ می نماید. در داخل گیاه سریعاً به دینوزب و سپس به مواد غیر سمی تبدیل می شود. ٤٨ ساعت پس از سمپاشی باقیمانده ای از این سم در گیاه مشاهده نمی گردد. در غلظتهای توصیه شده گیاهسوزی ایجاد نمی کند. بر روی کلیه مراحل زیستی کنه های گیاهخوار اثر سمی دارد. این سم دارای اثر قارچ کشی خیلی خوبی بوده و می توان آن را برای کنترل سفیدکهای سطحی به کار برد.

موارد مصرف: این ترکیب برای کنترل کنه های گیاهی پنبه، سویا، لوبیا، سبزیجات، گیاهان زینتی، مرکبات و دیگر درختان میوه توصیه می شود.

میزان مصرف: برای کنترل کنه قرمز اروپایی، کنه قهوه ای پابلند و سایر کنه های باغات سیب و گلابی می توان از محلول ۰/۱۵-۰/۲ درصد فرمولاسیون فوق استفاده نمود. همچنین می توان از فرمولاسیون پودر وتابل ۵۰ درصد آن به نسبت ۰/۱-۰/۱۵ درصد برای کنترل سفیدک سطحی درختان میوه، گلها و صیفی جات به کار برد. امولسیون ۳۰ درصد آن به میزان ۳-۵ کیلوگرم در هکتار برای کنترل کنه های پنبه قابل توصیه می باشد. فاصله آخرین سمپاشی تا برداشت محصول ۲۰ روز است.

فرمولاسیون: دینوبوتون به صورت پودر وتابل ۵۰ درصد موجود است.

سمیت روی سایر موجودات: دینوبوتون سمیت شدیدی برای انسان، دام و دیگر جانوران خونگرم دارد. LD_{50} آن برای موشهای صحرایی ۱۱۹-۱٤۲ میلیگرم بر کیلوگرم است. سمیت آن از طریق پوست ضعیف است ولی در بدن موجودات زنده سریعاً به دینوزب که شدیداً سمی است تبدیل می شود. دینوزب ۱۵-۳۰ دقیقه پس از ورود به داخل بدن در خون موجودات مسموم یافت می گردد. همچنین در بدن موجودات زنده به رادیکال کربونیل تبدیل می شود که این ماده طی ۲٤ ساعت به سرعت به دی اکسید کربن تبدیل می گردد. دینوزب در مدت ۱۰ روز، در حالی که در حدود ٤۰٪ از آن به آمینوفنلها تبدیل شده است و از طریق ادرار و مدفوع موجود زنده دفع می شود. این ماده در بدن موجودات زنده تجمع پیدا نمی کند.

۲- بیناپاکریل (binapacryl)

نام تجارتی: اکریسید، اندوزان، مروسید، آمبوکس

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{18}N_2O_6$

نام شیمیایی: 2-(1-methyl propyl)-4,6-dinitrophenyl 3,3-dimethylacrylate (CA)

سایر مشخصات: این سم در سال ۱۹۶۰ توسط شالینگکا کشف و معرفی گردید و سپس توسط شرکت هوخست ساخته و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن به شکل بلورهایی به رنگ زرد روشن تا قهوه ای است. دارای وزن مولکولی ۳۶/۳۲۲، نقطه ذوب ۶۸-۶۹ درجه سانتیگراد و فشار بخار $۰/۴۲۱ \times ۱۰^{-۶}$ میلی بار می باشد. این سم در محیطهای اسیدی هیدرولیز می گردد. در برابر پرتو فرابنفش نیز به تدریج تجزیه می شود. در آب نامحلول است، ولی در حلالهای آلی نظیر استون ۷۸٪ ، زایلن ۷۰٪ ، متیلن کلراید ۷۵٪ و اتانول ۱۱٪ به خوبی حل می شود. با ترکیبات قلیایی قابل اختلاط نیست. در تماس طولانی با آب تجزیه می شود. اگر با سموم فسفره مخلوط گردد ممکن است سوختگی ایجاد کند.

نحوه تأثیر: کنه کشی تماسی است که به سهولت در اندامهای بدن نفوذ کرده و باعث رسوب آلبومین در سلولها می شود. خاصیت قارچ کشی آن با جلوگیری از جوانه زدن کنیدیها و متوقف کردن آلودگی صورت می گیرد. این سم خاصیت کنه کشی داشته و بر روی تمام مراحل کنه ها مؤثر است.

موارد مصرف: برای مبارزه با کنه های درختان میوه، گیاهان زینتی و صیفی مصرف می شود و علاوه بر این، برای مبارزه با سفیدک حقیقی نیز توصیه می گردد. برخی از گیاهان نظیر سیکلامن، زرشک و بعضی واریته های انگور و رز نسبت به این سم حساس بوده و در روی آنها گیاهسوزی ایجاد می شود.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل ۲۴ و ۴۸٪ ، امولسیون ۳۸٪ و گرد ۴٪ به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از راه دهان برای موش صحرایی ۱۵۰-۲۲۵، برای موش خانگی ۱۶۰۰ و خوکچه هندی ۳۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

خ) کنه کشهای فرمامیدین

آمیتراز، کلردیفرم، کلرومیبوفرم، فرمتانات و فرمپارانات در این گروه قرار دارند.

آمیتراز (amitraz)

نام تجارتی: میتاک، تاکتیک، آکاراک، اکتودکس و تریاتوکس

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{23}N_3$

نام شیمیایی: N,N-bis(2,4-xylyliminomethyl)methylamine (CA)

سایر مشخصات: این سم اولین بار توسط پالمر و همکاران در سال ۱۹۷۱ معرفی و سپس توسط شرکتهای بوتز و کونیمیکا ساخته و به بازار عرضه شد. دارای نقطه ذوب ۸۶-۸۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار ۷-۱۰×۵/۱ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در اوایل تصور بر این بود که این ترکیبات مهار کننده منوآمین اکسیداز هستند، ولی بعداً مشخص شد در کار اکتوپامین که یک پیام رسان عصبی است ایجاد اختلال می کنند. مقدار قابل قبول در غذای انسان ۰/۰۰۳ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز است. با اکثر قارچ کشها و حشره کشها به جز پاراتیون و محلول بردو قابل اختلاط است. در بدن حشرات به صورت N,methyl O-N-2,6-xyllorimamidine تجزیه می شود. این سم در هوای گرم ممکن است در روی درختان گلابی سوختگی ایجاد نماید.

نحوه تأثیر: آمیتراز روی کنه های اغلب درختان میوه و همچنین کنه های مقاوم به سموم فسفره مؤثر می باشد. در برخی از موارد آمیتراز را با کلوفنتزین مخلوط می نمایند تا طیف گسترده ای از کنه ها را در بر بگیرد. این سم روی کنه های دامی و نیز کنه انگل زنبور عسل (واروآ) مؤثر بوده و به ویژه باعث جدا شدن هیپوستوم کنه ها از بدن میزبان می شود.

موارد مصرف: برای مبارزه با بسیاری از کنه های نباتی (در تمام مراحل) و حشرات به خصوص برای مبارزه با کنه ها و پسیل در سیب و گلابی مصرف می شود. سایر حشراتی که تحت تأثیر قرار می گیرند عبارتند از شته ها، مینوزهای برگ، شپشکها، عسلک پنبه، زنجرکها و کرم قوزه پنبه.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل، امولسیون شونده ۲۰٪ به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از راه دهان برای موش صحرایی ۸۰۰، و از راه پوست ۱۶۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. مقدار قابل قبول آن برای انسان ۰/۰۰۳ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز می باشد.

د) تنظیم کننده های رشد کنه ها

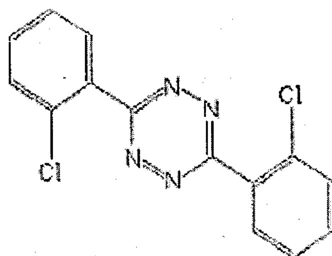
۱- کلوفنتزین (clofentezine)

نام تجارتی: آپولو

فرمول مولکولی: $C_{14}H_8Cl_2N_4$

نام شیمیایی: 3,6-bis(2-chlorophenyl)-1,2,4,5-tetrazine

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۱ توسط برایان و همکاران کشف و سپس توسط شرکت اف.بی.سی ساخته و به بازار عرضه شد. آپولو در دمای ۱٦ درجه سانتیگراد بهتر از دمای ۲۲ درجه سانتیگراد عمل می کند. دارای فشار بخار $۱/۳×۱۰^{-۱٦}$ میلی بار در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است.

نحوه تأثیر: کنه کشی تماسی با دوام زیاد است. این کنه کش حالت انتخابی روی تخم زمستان گذران کنه قرمز اروپایی دارد، ولی آسیبی به دیگر کنه های شکارگر نمی رساند. اثر تخم کشی آن از طریق جلوگیری از رشد جنینی تخم صورت می گیرد.

موارد مصرف: علیه کنه قرمز اروپایی درختان میوه سردسیری در اوایل بهار و درست قبل از تورم جوانه توصیه می شود.

میزان مصرف: این سم به نسبت ۰/۲۵ تا ۰/۵ در هزار توصیه و مصرف می شود.

فرمولاسیون: این ترکیب به صورت امولسیون ۵۰ درصد به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۳۲ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی از طریق دهانی می باشد.

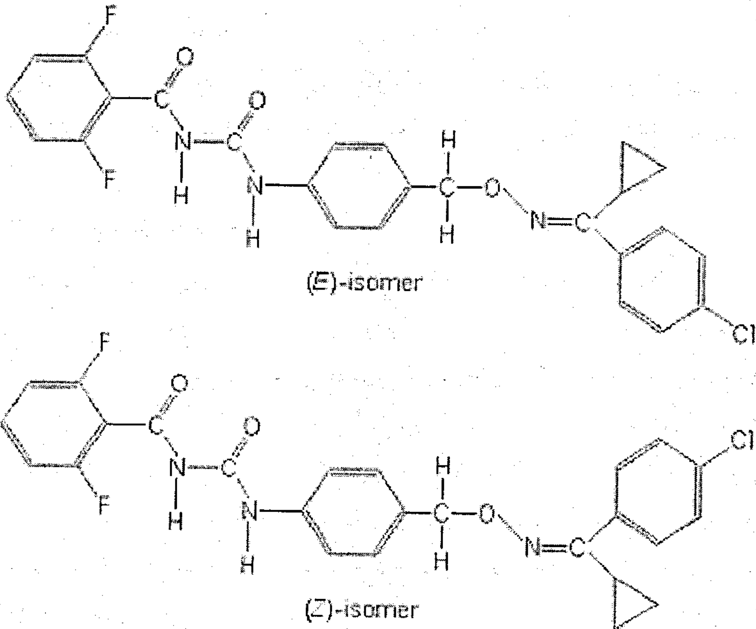
۲- فلوسایکلوکسرون (flucycloxuron)

نام تجارتی: آندالین

فرمول مولکولی: $C_{25}H_{20}ClF_2N_3O_3$

نام شیمیایی: 1-[α-(4-chloro-α-cyclopropylbenzylideneamino-oxy)-*p*-tolyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea (ratio 50-80% (*E*)- and 50-20% (*Z*)- isomers)

ساختار شیمیایی:



(E)-isomer

(Z)-isomer

سایر مشخصات: این سم در سال ۱۹۸۸ توسط کراسکورت و همکاران کشف و سپس توسط شرکت فیلیپ دوفار ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید تا زرد روشن با وزن مولکولی ٤٨٣/٩، نقطه ذوب ١٣٦ درجه سانتیگراد و فشار بخار ٤/٤ میلی پاسکال در ۲۰ درجه سانتیگراد است. در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد پایدار و پس از ۲٤ ساعت ۲ درصد از آن تجزیه می شود. نیمه عمر آن ۳ تا ٦ ماه و در برابر آفتاب ۱۵ روز است. در آب ۲۰ درجه سانتیگراد به میزان ۰/۰۰۱ میلیگرم و متیل پیررولیدون ۹٤۰ گرم در لیتر حل می شود.

نحوه تأثیر: این کنه کش تشکیل کیتین در کنه ها را مختل می سازد.

موارد مصرف: کنه کشی است که روی پوره کنه های اریوفید و تترانیکیده مؤثر است.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون ۲۵ درصد به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از طریق دهان بیش از ۵۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

ذ) کنه کشهای ارگانوکلرین

سموم بروموسایکلین، کامفی کلر، د.د.ت، دینوکلر، اندوسولفان و لیندن در این گروه قرار دارند.

ر) کنه کشهای ارگانوفسفات

از سموم این گروه می توان به کلرفنوینفوس، کروتوکسیفوس، دی کلرووس، هپتنوفوس، موینفوس، مونوکروتوفوس، نالد، تترااتیل پیروفسفات و تتراکلرووینفوس اشاره نمود.

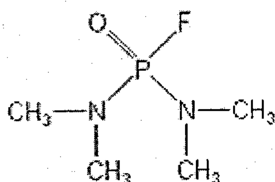
ز) کنه کشهای ارگانوتیوفسفات

از جمله سمومی که در این گروه دارای خاصیت کنه کشی می باشند عبارتند از:
آمیتیدین، آمیتون، آزینفوس- اتیل، آزینفوس- متیل، آزوتوآت، بنوکسافوس، برموفوس، برموفوس- اتیل، کاربوفنتیون، کلرپیریفوس، کلرتیوفوس، کائومافوس، سیانتوآت، دیمتون، دیمیتون- متیل، دیالیفوس، دیازینون، دیمتوآت، دی اکساتیون، دی سولفوتون، اندوتیون، اتیون، اتوآت- متیل، فورموتیون، مالاتیون، مکاربام، متاکریفوس، امتاتوآت، اکسیدپروفوس، اکسیدی سولفوتون، پاراتیون، فن کاپتون، فورآت، فوزالون، فسمیت، فوکسیم، پریمیفوس- متیل، پروتیداتیون، پروتوآت، پیریمیتات، کوینالفوس، سوفامید، سولفوتپ، تیومتون، تریازوفوس، تریفنوفوس و وامیدوتیون.

ژ) کنه کشهای فسفر آمیدوتیوآت

کنه کشهای این گروه شامل ایزوکاربوفوس، متامیدوفوس و پروپتامفوس می باشند.

س) کنه کشهای فسفرو دی آمید



۱- دیمفوکس (dimefox)

فرمول مولکولی: $C_4H_{12}FN_2OP$

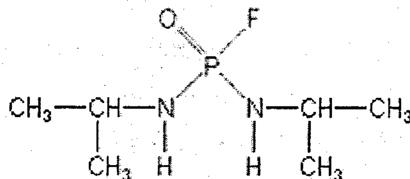
نام شیمیایی: tetramethylphosphorodiamidic fluoride

۲- میپافوکس (mipafox)

فرمول مولکولی: $C_6H_{16}FN_2OP$

نام شیمیایی: *N,N'*-di-isopropylphosphorodiamidic fluoride

ساختار شیمیایی:



ش) کنه کشهای ارگانوتین

۱- آزوسیکلوتین (azocyclotin)

نام تجارتی: پروپال و کلرمایت

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{35}N_3SN$

نام شیمیایی: 1-(tricyclohexylstannyl)-1H-1,2,4-triazole

سایر مشخصات: این ترکیب در سال ۱۹۷۷ توسط کولب معرفی و سپس به وسیله شرکت بایر ساخته و به بازار عرضه شده است. آن دارای نقطه ذوب ۲۱۸/۸٤ و فشار بخار ۲۱۸/۸ میلی بار در ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد.

تریازون، تری سیکلوهگزین، تین هیدروکساید، دی سیکلوهگزیل و تین اکساید متابولیتهایی هستند که پس از مصرف این سم در گیاه یافت می شوند. نیمه عمر آن در خاک چند روز تا چند هفته است.

نحوه تأثیر: این ترکیب کنه کشی تماسی حاوی قلع است که روی تمام مراحل زیستی کنه های گیاهخوار مؤثر بوده و با اکثر قارچ کشها و کنه کشها قابل اختلاط است.

موارد مصرف: روی کنه های مرکبات، درختان میوه و پنبه مصرف می شود.

میزان مصرف: روی کنه های مرکبات به نسبت ٦۰۰-۱۲۰۰ گرم در هکتار از پودر ۵۰٪ و به نسبت ۱/۵ در هزار روی درختان میوه و پنبه مصرف می شود.

فرمولاسیون: این کنه کش به صورت پودر وتابل ۲۵ درصد تهیه و به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۱۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی گزارش شده است.

۲- فن بوتاتین اکساید (fenbutatin oxide)

نام تجارتی: وندوکس، اسادام و تورکو

فرمول مولکولی: $C_6OH_{87}OSN_2$

نام شیمیایی: hexakis(2-methyl-2-phenylpropyl)distannoxane

سایر مشخصات: این سم توسط شرکت دوپونت ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۱۰۵۲/٦٦ و نقطه ذوب ۱۳۸ درجه سانتیگراد بوده و فشار بخار آن در شرایط معمولی صفر است. این کنه کش با ترکیبات قارچ کش، حشره کش و کودهای شیمیایی به استثنای کلسیم کلراید قابل اختلاط می باشد. تاکنون هیچ اثر گیاهسوزی از این ترکیب گزارش نشده است. تجزیه ترکیبات ارگانوتین معمولاً با اکسیده شدن هیدروکسید قلع به ترکیبات اسید استیک صورت می گیرد.

نحوه تأثیر: کنه کشی با دوام زیاد است که در روی تمام مراحل متحرک کنه ها مؤثر بوده و طیف وسیعی از کنه ها را در بر می گیرد. دوام کنه کشی خوبی داشته و سمیت کمی برای کنه های شکارگر دارد. این کنه کش از طریق مهار کردن اکسیداتیو فسفوریلاسیون اثر می کند.

موارد مصرف: برای کنترل کنه قرمز اروپایی توصیه می شود.

میزان مصرف: این سم به نسبت یک در هزار برای کنترل کنه قرمز اروپایی در روی درختان میوه سردسیری توصیه شده است.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل ۵۰ درصد و سوسپانسیون ۵۵٪ به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی ۲٦۳۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل سمیتی گزارش نشده است.

ص) کنه کشهای سولفیت استر

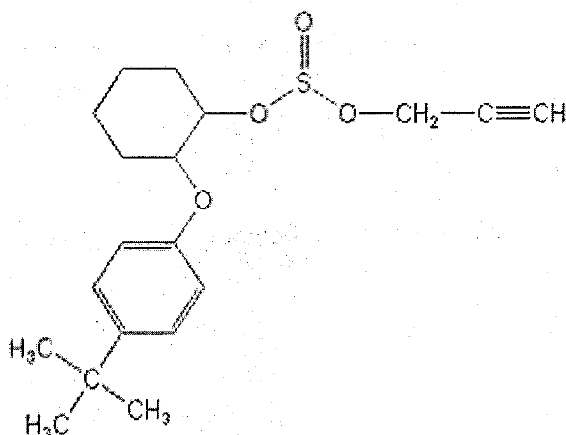
پروپارژیت (propargite)

نام تجارتی: امایت، کومایت

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{26}O_4S$

نام شیمیایی: 2-(4-*tert*-butylphenoxy)cyclohexyl prop-2-ynyl sulfite

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: این کنه کش ابتدا در سال ۱۹٦٤ توسط شرکت اونیرویال ساخته و به بازار عرضه شد. ماده تکنیکال آن مایعی به رنگ قهوه ای تیره است که در آب به میزان کم و در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. در غلظتهای توصیه شده بر روی گیاهان اثرات منفی ندارد. وزن مولکولی آن ۳۵۰/۵ است.

نحوه تأثیر: پروپارژیت کنه کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و دوام طولانی در روی گیاهان است که خاصیت کنه کشی آن تا ۱۵ روز باقی می ماند. این کنه کش حتی کنه هایی که به سموم فسفره مقاوم شده اند را نیز کنترل می نماید.

موارد مصرف: این کنه کش برای کنترل کنه های تارتن پنبه، چغندرقند و سویا، کنه قرمز اروپایی درختان میوه، کنه پسته و حبوبات، کنه پا کوتاه چای، کنه دو لکه ای درختان جنگلی و گیاهان غیر مثمر توصیه می شود.

میزان مصرف: از این سم به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار برای پنبه و سویا، ۱ لیتر در هکتار برای چغندرقند، یک در هزار برای درختان میوه و پسته، دو در هزار برای حبوبات، ۱/۲ در هزار برای چای و یک در هزار برای درختان جنگلی استفاده می شود.

فرمولاسیون: این سم به صورت پودر وتابل ۳۰٪ و امولسیون ۵۷٪ به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: این سم برای زنبور عسل و دیگر گرده افشانها غیر سمی بوده و برای کنترل کنه ها نیز بسیار بهتر از دیکوفول عمل می نماید. سمیت آن برای انسان و دیگر پستانداران کم بوده و LD_{50} آن برای موش صحرایی ۱۸۰۰-۲۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم و برای پرندگان ٤٦٤٠ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

ض) کنه کشهایی که در هیچیک از گروههای ذکر شده قرار ندارند:

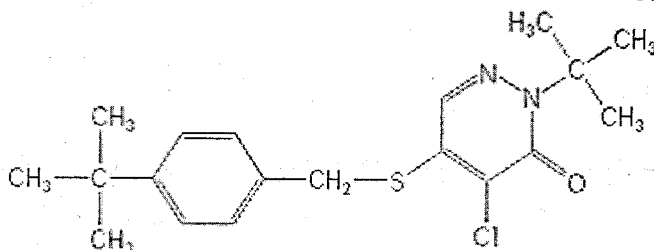
۱- پیریدابن (pyridaben)

نام تجارتی: سانمایت

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{25}ClN_2OS$

نام شیمیایی: 2-*tert*-butyl-5-(4-*tert*-butylbenzylthio)-4-chloropyridazin-3(2*H*)-one

ساختار شیمیایی:



سایر مشخصات: وزن مولکولی آن ۳٦٤/۹ است.

نحوه تأثیر: کنه کشی غیر سیستمیک با اثر ضربتی و دوام طولانی است.

موارد مصرف: در کنترل کنه زنگ مرکبات مؤثر می باشد.

میزان مصرف: ٤۰ تا ۵۰ گرم در ۱۰۰ لیتر آب (به نسبت ۰/٤ تا ۰/۵ در هزار)

فرمولاسیون: در ایران به صورت پودر وتابل ۲۰ درصد وجود دارد.

۲- کلروفن سولفید (chlorfensulphide)

نام تجارتی: میلبکس

فرمول مولکولی: $C_{12}H_6Cl_4N_2S$

نام شیمیایی: (4-chlorophenyl)thio)(2,4,5-trichlorophenyl)diazene

سایر مشخصات: فرم خالص آن به صورت کریستال بیرنگ، با نقطه ذوب ٦۹/۵-۷۰ درجه سانتیگراد می باشد. این ماده در آب نامحلول است، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. خاصیت تبخیری آن بیشتر از دیکوفول بوده و بنابراین بقاء آن روی سطوح سمپاشی شده کمتر است. پایداری شیمیایی آن کم بوده و در محیطهای اسیدی و قلیایی سریعاً به ۱ و ۱- بیس (٤- کلروفنیل) اتیلن تجزیه می شود. این واکنش با افزایش دما افزایش می یابد، به نحوی که در دمای ٤۵ درجه سانتیگراد حدود ۲۰ درصد آن در مدت ٦/۵ ماه، و در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد ٦۱ درصد ماده سمی در مدت ۲٤ ساعت تجزیه شده و از بین می رود؛ به همین دلیل در مناطق گرم

سمیت خود را سریعاً از دست می دهد. به علاوه در اثر نگهداری طولانی مدت، خاصیت سمی آن کاهش می یابد.
میلبکس ماده کریستاله سفید رنگی با نقطه ذوب ۱۲۳/۵-۱۲٤ درجه سانتیگراد است. در آب نامحلول بوده و در استون به مقدار کمی حل می شود، ولی در الکل، بنزن و تعدادی از فرآورده های نفتی به خوبی حل می گردد. این ترکیب به اسیدها و مواد قلیایی رقیق مقاوم است. دوام آن در روی گیاهان زیاد می باشد. در غلظتهای توصیه شده در روی درختان میوه و پنبه ایجاد گیاهسوزی نمی کند. میلبکس به مدت ۳۰-۳۵ روز روی سطح سمپاشی شده خاصیت سمی خود را حفظ می کند. وجود دو ترکیب شیمیایی با ساختمان و مکانیسم عمل متفاوت باعث جلوگیری از بروز مقاومت سریع کنه ها به این کنه کش شده است.

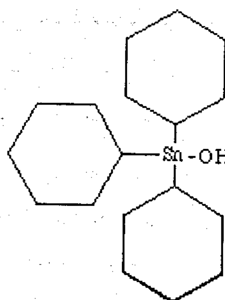
نحوه تأثیر: میلبکس کنه کشی تماسی با اثر ضربه ای شدید، اثر حفاظتی بلند مدت و خاصیت نفوذی است که سمیت ضربه ای شدیدی برای لارو و کنه های بالغ داشته و همچنین دارای خاصیت عقیم کنندگی بر روی کنه های ماده می باشد.

موارد مصرف: برای مبارزه با کنه های گیاهی روی درختان میوه، تاکستانها، رازک و گیاهان زینتی مصرف می شود.

فرمولاسیون: به صورت پودر وتابل و مخلوط با کلرفناتول عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن برای موش صحرایی از راه دهان ۴۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. برای زنبور عسل سمیتی ندارد.

۳- سی هگزاتین (cyhexatin)



نام تجارتی: پلیکتران

سایر مشخصات: این ترکیب در سال ۱۹٦۸ توسط شرکت داو ساخته و به بازار عرضه شده است. دارای وزن مولکولی ۳۸۵/۱٦ و فشار بخار کمتر از 10^{-5} میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. فرم خالص آن به صورت پودر کریستاله مایل به سفید و تقریباً بدون بو است که نقطه ذوب آن ۱۹۵-۱۹۸ درجه سانتیگراد می باشد. در آب و حلالهای آلی به مقدار کمی حل می شود. از نظر شیمیایی و در دماهای مختلف پایدار است. در روی سطوح سمپاشی شده در اثر پرتو فرابنفش تجزیه می شود.

متابولیتهای آن شامل monocyclohexyl tin hydrocide ، hydrocide in و ترکیبات معدنی قلع است.

نحوه تأثیر: پلیکتران کنه کشی تماسی با اثر ابتدایی متوسط و خواص دورکنندگی و ضد تغذیه ای است. کنه های ماده در روی سطوح سمپاشی شده تخمگذاری نمی کنند. همچنین لارو بالپولکداران از تغذیه گیاهان سمپاشی شده اجتناب می نمایند. مدت زمان اثر حفاظتی این کنه کش در روی گیاهان ۲۰ روز و یا بیشتر است.

موارد مصرف: این سم برای مناطقی که کنه ها به سموم کلره مقاوم شده باشند توصیه می شود. دوره کارنس آن ۳۰ روز می باشد.

میزان مصرف: برای کنترل کنه ها فقط یک بار سمپاشی در طول یک فصل زراعی با پودر قابل تعلیق در آب ۲۵٪ توصیه می شود. دز مصرفی آن ۲-۲/۵ کیلوگرم و یا ۰/۵-۰/۶۲ کیلوگرم ماده خالص در هر هکتار است.

فرمولاسیون: به صورت پودر قابل تعلیق در آب به بازار عرضه می شود.

سمیت روی سایر موجودات: برای انسان و جانوران خونگرم دارای سمیت متوسط بوده و LD_{50} آن برای موشهای صحرایی برابر ۲۳۵-۶۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم می باشد.

۴- فنازوکس (fenazox)

نام تجارتی: فن توکسان

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{10}N_2O$

نام شیمیایی: diphenyldiazene 1-oxid

سایر مشخصات: این سم توسط شرکت فلبرگ ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل کریستال و به رنگ زرد کمرنگ است. دارای وزن مولکولی ۱۹۸/۲۳، نقطه ذوب ۳۸ درجه سانتیگراد، فشار بخار $۱/۳\times۱۰^{-۴}$ میلی بار در ۲۰ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/۱۹۵ می باشد. در برابر پرتو بنفش به O-hydroxyaz obebeze تبدیل می شود. در برابر اسیدها پایداری ندارد، ولی در محیطهای قلیایی قوی پایدار است. روی ظروف فلزی اثر سویی ایجاد نمی کند. در آب ۲۵ درجه سانتیگراد به میزان ۰/۳۴ میلیگرم در ۱۰۰ گرم، ولی در اتانول به مقدار ۴۳/۵ گرم در ۱۰۰ گرم حل می شود.

نحوه تأثیر: اثر تخم کشی و لاروکشی روی کنه ها داشته و علاوه بر این، دارای خاصیت حشره کشی نیز می باشد.

موارد مصرف: این سم برای مبارزه با کنه ها و مگسهای سفید مخصوصاً روی سبزیجات و گیاهان زینتی در گلخانه و همچنین میوه جات توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت امولسیون شونده به بازار عرضه شده است.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن از راه دهان برای موش صحرایی ۹٤۰ و از راه پوست برای خرگوش ۱۳۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم وزن بدن است. خاصیت سرطانزایی ندارد.

۵- کلروفن وینفوس (chlorfenvinphos)

نام تجارتی: بیرلان، ساپیکرون، سوپونا، آپاکلر، هپتاراکس، هپتاسول و استلادون

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{14}Cl_3O_4P$

نام شیمیایی: 2-chloro-1-(2,4-dichlorophenyl)vinyl diethyl-phosphate

سایر مشخصات: این سم توسط شرکتهای کنوگارد، سیباگایگی و شل ساخته و به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل روغن بی رنگ می باشد. دارای نقطه ذوب ۲۰ درجه سانتیگراد، وزن مولکولی ۳۵۹/۵، نقطه جوش ۱۱۰ درجه سانتیگراد در ۰/۰۰۱۳ میلی بار، فشار بخار $۲/۲\times۱۰^{-۷}$ میلی بار در ۲۵ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/۳٦ است. این سم در محیطهای قلیایی و اسیدی به آهستگی هیدرولیز می شود. زمانی که مدت طولانی با فلزات در تماس باشد، خورندگی ایجاد می کند. در آب نسبتاً محلول می باشد، به طوری که در آب با دمای ۲۳ درجه سانتیگراد به مقدار ۱٤۵ میلیگرم در لیتر حل می شود، ولی در حلالهای آلی نظیر اتانول، استون، گزایلون و نفت به خوبی حل می گردد. این سم با اکثر سموم سازگاری دارد، ولی با ترکیباتی که خاصیت قلیایی دارند سازگار نیست.

نحوه تأثیر: این ترکیب حشره کشی با اثر تماسی و تنفسی است که برای کنترل حشرات مختلف مورد استفاده قرار می گیرد.

موارد مصرف: برای مبارزه با حشرات برگخوار نظیر سوسک کلرادو و ساقه خوارها مثل ساقه خوار ذرت قابل توصیه بوده و علاوه بر این، جهت مبارزه با کنه ها، شپشها و مگسهای دامی نیز توصیه می شود.

فرمولاسیون: به صورت گرانول ۱۰ درصد، امولسیون غلیظ ۲٤ درصد و پودر وتابل ۲٤ درصد برای ضدعفونی بذور به صورت مایع عرضه شده است.

۶- چینومتیونات

نام تجارتی: مورستان

سایر مشخصات: دارای وزن مولکولی ۲۳٤/۳ می باشد.

نحوه تأثیر: کنه کشی انتخابی، غیر سیستمیک و تماسی است.

موارد مصرف: در کنترل کنه مرکبات، سبزیها، جالیز و گیاهان زینتی مؤثر می باشد.

میزان مصرف: به میزان ۱ در هزار برای کنه مرکبات، ۰/۵ در هزار برای کنه سبزی و صیفی و ۰/۳-۰/۵ در هزار برای انواع کنه های گیاهان زینتی به کار می رود.
فرمولاسیون: در ایران بصورت پودر وتابل ۲۰ درصد وجود دارد.

۷- فن پیروکسیمیت
نام تجارتی: اورتوس
سایر مشخصات: دارای وزن مولکولی ٤۲۱/۵ می باشد.
موارد مصرف: در کنترل کنه قرمز مرکبات مؤثر می باشد.
میزان مصرف: به میزان ۰/۵ در هزار علیه کنه بالغ و پوره، و ۰/۵ در هزار به همراه یک درصد روغن ولک علیه تخم کنه به کار می رود.
فرمولاسیون: در ایران بصورت Sc ۵ درصد وجود دارد.

۸- هگزی تیازوکس
نام تجارتی: نیسورون
سایر مشخصات: دارای وزن مولکولی ۳۵۲/۹ می باشد.
نحوه تأثیر: کنه کشی غیر سیستمیک، تماسی و گوارشی با خاصیت تخم کشی و لارو کشی است.
موارد مصرف: در کنترل کنه قرمز مرکبات مؤثر می باشد.
میزان مصرف: به میزان ۵۰-۷۵ گرم ماده مؤثره در ۱۰۰ لیتر آب با اختلاط یک لیتر روغن.
فرمولاسیون: در ایران به صورت امولسیون ۱۰ درصد وجود دارد.

فصل یازدهم

سموم تدخینی

حشره کشهای تدخینی

این ترکیبات یا خود به صورت گازی هستند، یا وقتی در شرایط محیطی قرار می گیرند به سهولت به صورت گاز در آمده و از طریق دستگاه تنفسی بر روی حشرات تأثیر می گذارند. مشتقات ساده متان، اتان و پروپان، مشتقات کلره، نیتریته، سیانوره و اکسیژنه از بهترین سموم گازی محسوب می شوند.

یکی از خصوصیات حشره کشهای تدخینی، قابل اشتعال بودن آنها است، مثلاً اکسید اتیلن، سولفور کربن و دی کلرو اتیلن که از مؤثرترین حشره کشهای تدخینی هستند، بدون اختلاط با تتراکلروکربن یا انیدرید کربنیک قابل استفاده نمی باشند زیرا به سهولت مشتعل می شوند. همچنین هر اندازه قابلیت حل شدن یک حشره کش تدخینی در آب و روغنها زیادتر باشد، بهتر به وسیله نسوج گیاهی و حیوانی جذب شده و در نتیجه خطر آن زیادتر می گردد. بهترین حشره کشهای این گروه آنهایی هستند که اندکی پس از مصرف از بین می روند. یک سم گازی ایده آل باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

۱) در دمای معمولی محیط به راحتی تبخیر شده و بخار آن با فشار زیاد در فضا پراکنده شود.

۲) گاز مصرفی بر محصولات مورد ضدعفونی اثر سوء نداشته باشد.

۳) حتی الامکان فاقد قابلیت اشتعال و انفجار باشد.

٤) سمیت گاز برای انسان تا حد امکان کم باشد.

٥) کاربرد آن ساده بوده و نیاز به کارگر ماهر و وسایل پیچیده نباشد.

٦) بر طیف وسیعی از آفات مؤثرباشد.

۷) کاربرد آن از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

۸) تا حد امکان قابلیت انحلال کمی در آب و محصولات آبدار داشته باشد.

در حال حاضر هیچ سم گازی موجود نیست که تمام این خصوصیات را یکجا دارا باشد. به طور کلی هر یک از سموم گازی در محدوده عمل خود دارای محاسن و معایبی هستند که اگر هنگام مصرف، آگاهانه و با توجه به ویژگیهای شیمیایی آنها عمل شود، نتیجه مطلوب به دست خواهد آمد.

خصوصیات مهم سموم گازی در رابطه با مصرف آنها

هر چه ذرات یک ماده سمی سریعتر در فضا پخش شوند، به همان نسبت نیز در مبارزه با آفات مناسب تر خواهند بود. زیرا مولکولهای چنین ترکیباتی به طور مثال در هنگام ضدعفونی محصولات انباری به آسانی در لابلای محصول نفوذ نموده و باعث از بین رفتن آفت می شوند.

یک گاز سنگین مانند اتیلن اکسید با سرعت کمتری پخش می شود. سرعت انتشار یک گاز به دمای محیط هم بستگی دارد، به طوری که با بالا رفتن دما، سرعت انتشار هم زیاد می شود. گازهای سنگین که به کندی پخش می شوند، معمولاً از قسمت بالا وارد فضای بسته محتوی مواد مورد ضدعفونی می گردند. ممکن است در حال انجام عمل تدخین در برخی محصولات مقداری از ذرات گاز به داخل محصول نفوذ نموده و جذب آن شود و به این ترتیب در کیفیت آن تأثیر گذاشته و یا میزان تأثیر سم را بر آفات کاهش دهد. آن دسته از ترکیبات گازی که نقطه جوش بالایی دارند، معمولاً نسبت به ترکیبات فرار بیشتر جذب می شوند. جذب ذرات سم با میزان دمای محیط نسبت معکوس دارد؛ به عبارت دیگر هرچه دما پایین تر باشد جذب ذرات سم بیشتر خواهد بود، البته عمل جذب سم بسته به نوع مواد مورد ضدعفونی، رطوبت و عوامل دیگر نیز تغییر می کند.

اغلب سموم گازی بر همه مراحل رشدی حشرات و همه نوع حشره و بندپا مؤثرند. مولکولهای گاز از راه روزنه های تنفسی به بدن لارو، شفیره و حشره کامل نفوذ کرده و باعث مرگ آنها می شوند. در مورد تخم، مولکولهای گاز از راه منافذ پوست تخم وارد شده و باعث از بین رفتن جنین می شوند. بعضی گازها قادرند از لایه های کوتیکولی حشرات عبور کرده و وارد بدن آنها شوند. همه حشرات نسبت به سموم گازی به یک اندازه حساسیت نشان نمی دهند، به طوری که ممکن است بعضی از آنها در یکی از مراحل رشدی در مقابل یک سم گازی حساس، و برخی دیگر در این مرحله مقاوم باشند. مکانیسم دقیق تأثیر فیزیولوژیکی هریک از سموم گازی بسته به ماهیت شیمیایی آن ترکیب متفاوت است. دمای محیط عامل مؤثری در تغییر قدرت آفت کشی این سموم است. معمولاً دما به قدرت آفت کشی می افزاید. البته این موضوع ممکن است به سبب تأثیر دما در میزان فعالیت آفات نیز باشد، به این صورت که با افزایش دما میزان فعالیت آفت نیز بالا رفته و لذا بیشتر در معرض سم قرار خواهد گرفت.

سموم گازی مورد استفاده در مبارزه با آفات

تا به حال سموم گازی متعددی برای مبارزه با آفات (حشرات، کنه ها) تهیه شده و روز به روز نیز بر تعداد آنها افزوده می شود. بعضی از این سموم هم به سبب داشتن خواص نامطلوب نظیر قابلیت اشتعال و انفجار، سمیت شدید برای انسان، خواص تجمعی و سرطان زایی از بازار مصرف خارج شدند. اکثر سموم تدخینی وزن مولکولی پایینی دارند و به صورت گازهای سمی در کپسولهای مخصوص و تحت فشار به صورت مایع نگهداری می شوند. این سموم غالباً از مشتقات متان، اتان و پروپان هستند. برخی از این ترکیبات جامد بوده و به صورت قرص، پودر و کریستال عرضه می شوند که قادرند در مجاورت هوا تبدیل به گاز شوند. بعضی سموم گازی نظیر HCN را می توان از انداختن قرصهای سیانید کلسیم در آب یا محیط اسیدی به دست آورد. در تهیه

سموم گازی که قابلیت اشتعال و انفجار دارند، ترکیباتی مانند تتراکلریدکربن (CCl_4) و گاز کربنیک (CO_2) را در فرمولاسیون آنها بکار می برند. سموم گازی در خاک و علیه آفات خاکزی و نیز اماکن سربسته (انبارها، منازل و گلخانه ها) برای مبارزه با آفات انباری استفاده می شوند. مکانیسم انتقال گاز در اماکن سربسته بر اساس انتشار گاز در هوا است، اما در داخل خاک ابتدا به عنوان یک محلول نفوذ کننده و پخش شونده عمل کرده و سپس به صورت گاز در می آید. به عبارت دیگر هم خاصیت تماسی و هم خاصیت تدخینی دارد.

ضدعفونی خاک توسط ترکیبات تدخینی

انتخاب این ترکیب بسته به عواملی مانند نوع و قیمت محصول، قیمت سم، میزان سهولت کاربرد، خطرات جانبی و غیره تغییر می کند. به طور کلی انتشار گاز در خاک تابع عواملی از قبیل بافت و ساختمان و میزان مواد آلی خاک، رطوبت و حرارت خاک، عمق تزریق گاز، میزان یکنواختی توزیع سم و غیره می باشد. با ضدعفونی خاک معمولاً انواع حشرات، بندپایان و سایر ارگانیسمها نیز از بین می روند. اما این روش اساساً به منظور مبارزه با نماتدهای موجود در خاک و علفهای هرز موجود در بستر بذر می باشد. سطحی که عمل تدخین در آن انجام می گیرد، توسط یک روکش پلاستیکی یا هر نوع پوشش غیر قابل نفوذ، پوشیده شده و لبه های پوشش در زیر خاک قرار داده می شود. قسمت میانی این پوشش باید توسط یک تکیه گاه مناسب بالاتر از سطح خاک نگه داشته شود. رایج ترین سم تدخینی به کار رفته در این موارد متیل بروماید است که در سیلندرهای مخصوص تحت فشار بسته بندی می شود. طریقه استفاده به این صورت است که گازتوسط یک لوله پلاستیکی که یک سر آن مجهز به سیستم خاص سوراخ کردن سیلندر است به زیر پوشش پلاستیکی هدایت شده و درداخل یک ظرف کم عمق (کمتر از ۱۲میلیمتر) تخلیه می شود. در جایی که برای عمل تدخین در یک سطح چندین سیلندر مورد نیاز است، باید آنها را در قسمتهای مختلف در زیر چادر پلاستیکی تخلیه نمود، به طوری که عملاً در همه قسمتها گاز به صورت یکنواخت پخش شود. دراثر تخلیه سیلندر محتوی سم، لوله ای که سم در آن جریان دارد سرد می شود؛ لذا در هوای سرد باید سیلندر را در آب گرم ۷۷ درجه سانتیگراد قرار داد که در این صورت تدخین به صورت یکنواخت تری صورت می گیرد. چادر پلاستیکی را می توان بعد از ۴۸ ساعت برداشت. خاک تحت عمل تدخین باید رطوبت متعادلی داشته باشد، یعنی نه زیاد مرطوب باشد که گاز نتواند در آن نفوذ کند و نه زیاد خشک باشد، که در این صورت عملیات کنترل نیز خصوصاً در مورد علفهای هرز و بذور آنها چندان مؤثر نخواهد بود.

انواع میکروارگانیسمها در فعل و انفعالات بیولوژیک خاک نقش دارند و ترکیبات تدخینی سریعاً بر این موجودات تأثیرمی گذارند. به دلیل اینکه این ترکیبات هم از طریق تنفسی، هم جلدی و

هم گوارشی روی جانوران ریز خاک اثر می گذارند، لذا باید دقت شود که دز مصرفی در حدی باشد که علاوه بر کنترل مؤثرآفات حداقل اثرات سوء را نیز به سایر موجودات خاکزی وارد نماید. گاهی اوقات جمعیت برخی نماتدها بعد از بکار بردن سموم گازی به شدت افزایش می یابد که این پدیده ممکن است به دلایل زیر باشد:

۱) از بین رفتن رقبا و دشمنان طبیعی نماتدها.

۲) استفاده نماتدها از بقایای بدن موجودات از بین رفته داخل خاک.

۳) تأثیر ماده شیمیایی به کار رفته یا مواد حاصل از تجزیه آن در تولید مثل این جانوران.

ترکیبات گازی بر خواص خاک نیز مؤثر بوده و باعث بوجود آمدن تغییرات شیمیایی در خاک می شوند. در این راستا ثابت شده که رشد برخی گیاهان مانند سیر، پیاز، سیب زمینی و برخی دیگر از گیاهان غده ای و ریشه ای در خاک ضدعفونی شده توسط ترکیبات تدخینی دچار اختلال می شود. البته این حالت می تواند از تأثیرسوء باقیمانده سم در بافت گیاه نیز به وجود آید.

کاربرد سموم گازی در ضدعفونی فرآورده های انباری

در ضدعفونی فرآورده های غذایی، نوع مواد مورد ضدعفونی، نوع سم و اقدامات لازم در انجام ضدعفونی بسیار مؤثر است. برای ضدعفونی فرآورده های آبدار مانند میوه ها و سبزیجات باید به اثرات سم بر آنها توجه نمود. به طور مثال کاربرد سموم قابل حل در آب مانند اسید سیانیدریک با غلظت نامناسب ایجاد عوارض سوء و نامطلوبی در این فرآورده ها می نماید. در مورد ضدعفونی فرآورده های خشک مانند بذور، اولاً باید به اثرات ماده سمی بر خواص مهم بذر نظیر قدرت جوانه زنی، کیفیت نانوایی (بذور گندم و جو)، قابلیت جذب سم توسط فرآورده و غیره توجه نمود و در مرحله بعد با توجه به امکانات موجود در محل نگهداری این فرآورده ها اقدامات لازم را انجام داد.

سموم گازی رایج در کنترل آفات

۱- اسید سیانیدریک یا سیانید هیدروژن

نام تجارتی: Calcyan ،Cyanogas ،Calcid

فرمول مولکولی: HCN

اسید سیانیدریک خالص مایعی شفاف با بوی بادام تلخ می باشد که به سهولت به گاز تبدیل می گردد، به طوری که در دمای ۲٦ درجه سانتیگراد گازی شکل و با وزن مخصوص ۰/۹۳٤۸ است. این گاز قادر است در زمان بسیار کوتاهی، مقاومترین حشرات را از بین ببرد و از آنجایی که کاربرد اسید سیانیدریک مایع خیلی خطرناک است، به این دلیل بیشتر از املاح سیانور کلسیم،

سیانور سدیم و سیانور پتاسیم استفاده می شود و وقتی هر یک از ترکیبات فوق نظیر سیانور کلسیم در مجاورت رطوبت قرار گیرند، گاز اسید سیانیدریک از سیانور کلسیم متصاعد می گردد. مقدار رطوبت نسبی لازم ۲۵ تا ۳۵ درصد است. در مناطق خشک نیز می توان رطوبت فوق را در محلهای دربسته به آسانی فراهم نمود.

سیانور به صورت قرص یا پودر به بازار عرضه می شود. وقتی سیانور کلسیم استفاده می شود، پس از متصاعد کردن اسید سیانیدریک، باقیمانده ای به نام کربنات کلسیم ایجاد می کند که برای انسان کاملاً بی خطر می باشد. در مواردی که از سیانور سدیم استفاده می گردد، آن را به تدریج در ظرفی که حاوی اسید سولفوریک رقیق است وارد می کنند تا در نتیجه فعل و انفعالات شیمیایی، اسید سیانیدریک آزاد شود. روش تدخین با گاز سیانیدریک بسیار خطرناک است، لذا در موقع کاربرد این سم از کارگران آزموده و ماسک نیز باید استفاده شود. میزان گاز لازم برای ضدعفونی فضای انبار ٦ تا ٨ گرم اسیدسیانیدریک مایع به ازای هر متر مکعب می باشد.

اسید سیانیدریک یکی از کشنده ترین سموم برای انسان و دیگر پستانداران است که مقدار بسیار کمی از آن موجب مرگ انسان می شود، به طوری که برای مرگ یک انسان ۵۰ میلی گرم از این سم کافی می باشد. LD_{50} آن ۰/۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

اسید سیانیدریک از راه گوارش و تنفس انسان را مسموم می کند. همچنین اگر فردی برای مدت زمانی در معرض گاز اسید سیانیدریک قرار گیرد از راه تماسی نیز ایجاد مسمومیت می نماید. اسید سیانیدریک مانع جذب اکسیژن، توسط بافتها می شود. اگر مقدار سم کافی باشد کشنده خواهد بود، ولی اگر به تدریج و در زمان طولانی مقداری اسید سیانیدریک وارد بدن شود به تدریج بدن آن را به تیوسیانات تبدیل و سپس دفع می کند.

به طور کلی مسمومیت حاد این سم بسیار خطرناک است و تقریباً در اکثر موارد منجر به مرگ می شود. در زمانی که مقدار کمی سم وارد بدن شده و کشنده هم نباشد، علائم مسمومیت به صورت جریان شدید آب دهان، اشک چشم، اشکال در تنفس، سر درد و سرگیجه، بالارفتن تعداد ضربان قلب و سستی و ضعف طولانی می باشد. در صورت بروز مسمومیت، باید فرد مسموم را فوراً از محیط دور کرده و به استنشاق هوای آزاد و سالم مجبور نمود.

پادزهر سیانور، نیتریت سدیم، نیتریت داسیل و بلودومتیل است. این داروها هموگلوبین را به متاهموگلوبین تبدیل می کنند که این ماده می تواند جذب اسید سیانیدریک را بطئی نموده و مانع رسیدن آن به بافتها شود. تیوسولفات سدیم که بعداً تجویز می شود اسید سیانیدریک را به تدریج تبدیل به تیوسیانات می کند که از طریق ادرار دفع می گردد. سیانور در بازار تحت نامهای زیکلان و سیانوژن یافت می شود که در مجاورت هوا ۵۵ درصد وزن خود گاز متصاعد می کند.

ترکیب دیگری نیز تحت نام سیانوژن کلراید با فرمول CNCl برای ضدعفونی استفاده می شود که ثبات شیمیایی آن کم است. غالباً به اسید سیانیدریک، گاز آژیری مانند گاز اشک آور یا کلروپیکرین اضافه می کنند تا انسان از حضور آن در محیط اطلاع پیدا کند.

۲- سولفور کربن

مایعی با بوی نامطبوع (بوی کلم گندیده) و نقطه جوش ٤٦ درجه سانتیگراد می باشد. این مایع به آسانی بخار می شود، به طوری که در دمای بیش از ۱۸ درجه سانتیگراد تبخیر می گردد. ولی به علت وزن مخصوص بالای آن گازهای متصاعد شده تمایل به پایین آمدن دارند. یکی از مهمترین معایب این ماده قابل اشتعال بودن آن است و بدین جهت بایستی آن را همیشه دور از آتش نگهداری کرد. برای ممانعت از خطر احتراق، یک قسمت از این ماده را با ۳ تا ٤ قسمت تتراکلروکربن مخلوط می کنند، ولی این عمل باعث کم شدن خاصیت آفت کشی آن می شود.

مقدار گاز مورد نیاز برای ضدعفونی انبارهای غله به ازای هر متر مکعب ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم است. سولفور کربن را در موقع مصرف در داخل کاسه های گلی در طبقات فوقانی انبار قرار می دهند تا پس از تبخیر در قسمتهای پایینی نشست پیدا کند و بدین صورت آفات موجود در داخل محصول را تحت تأثیر قرار داده و سبب کنترل آنها شود.

از آنجایی که این مایع تا حدودی بیهوش کننده و خواب آور می باشد، لذا ممکن است آفات انباری پس از ۸ تا ۱۰ روز مجدداً زنده شوند، بدین لحاظ پس از ۱۰ روز تکرار گازدهی قابل توصیه می باشد. این سم یکی از مواد ضدعفونی کننده مناسب برای محلهای کوچک است.

۳- کلروپیکرین یا نیتروکلروفرم (chloropicrin)

نام تجارتی: Dorochlor ،Klop ،Picfume

نام شیمیایی: Trichloronitromethan

مایعی با بوی زننده و خاصیت اشک آوری بوده و دارای نقطه جوش ۱۱۲/٤ درجه سانتیگراد و وزن مخصوص ۱/٦۹۲ است که مخاط را تحریک نموده و برای انسان خفه کننده می باشد، زیرا در غشاء مخاطی و ششها نفوذ نموده و زخم ایجاد می کند؛ بنابراین در موقع استفاده از آن باید از ماسکهای گاز اشک آور استفاده نمود. از کلروپیکرین در جنگ جهانی اول به عنوان گاز اشک آور استفاده شد. این ترکیب دارای خاصیت قارچ کشی و میکروب کشی است. از این سم برای مبارزه با آفات انباری و گندزدایی ساختمانها استفاده می شد. اما امروزه فقط به عنوان گاز آژیر یا اخطار دهنده همراه با اسید سیانیدریک مورد استفاده قرار می گیرد.

۴- متالدهاید

نامهای تجارتی: متاکسون و متالان

وزن مولکولی: ۲۲۵/۳

فرم خالص آن به صورت کریستالهای بیرنگی است که در دمای ۲٤٦ درجه سانتیگراد ذوب می شود. در آب نامحلول است، ولی در حلالهای آلی نظیر بنزن و کلروفرم به خوبی حل می شود. متالدهاید با شعله بدون دود می سوزد و سمیت آن برای جانوران کم است.

از این سم به صورت طعمه مسموم و محتوی ۲۵ تا ٤٠ گرم ماده مؤثره، به منظور کنترل حلزون و لیسک استفاده می شود. بدین منظور ۲ تا ۳ کیلوگرم سم را با ۱۰۰ کیلو سبوس مخلوط کرده و در سطح مزرعه می پاشند. این سم به آسانی تصعید می شود و در رطوبت پایین باعث عدم تحرک و مرگ حلزون می شود.

نحوه تأثیر: حلزون کشی تماسی و گوارشی قوی و حشره کش، کنه کش غیر سیستمیک می باشد.

موارد مصرف: برای مبارزه با حلزونهای مرکبات، کرم مفتولی، آبدزدکها، حلزونها و اشجار جنگلی استفاده می شود.

مقدار مصرف: در مرکبات به میزان ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار و در سبزی، جالیز و درختان جنگلی ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم طعمه ٦٪ در هکتار به کار می رود.

۵- متیل بروماید (methyl bromide)

نام تجارتی: Terabol ،Haltox

وزن مولکولی: ۹٤/۹٤

مایعی بیرنگ با بوی نسبتاً مطبوع است که در دمای معمولی به آسانی تصعید می شود. در مواقعی که تراکم این گاز در هوا زیاد باشد، انسان می تواند آن را احساس نماید. که البته در این موقع استشمام آن بسیار خطرناک می باشد؛ به همین منظور به آن گاز آژیر (کلروپیکرین یا استات دامیل) اضافه می کنند. متیل بروماید قابل اشتعال نبوده و حتی از آن برای مهار آتش نیز استفاده می کنند، به علاوه ظروف فلزی را نیز خراب نمی کند و لذا می توان آن را با اطمینان کامل در ظروف در بسته فلزی نگهداری نمود. متیل بروماید از هوا سنگین تر بوده و وزن مخصوص آن در صفر درجه سانتیگراد (به صورت مایع) ۱/۷۳۲ می باشد، به همین لحاظ در موقع استفاده از این سم برای ضدعفونی انبارها، گاز را از بالای انبار وارد می کنند یا اینکه انبارها را مجهز به سیستم چرخاننده گاز می نمایند تا گاز را در انبار بچرخاند، این گاز در مواد خوراکی که رطوبت بالایی

داشته باشند جذب می شود و موجب سوخته شدن یا اصطلاحاً آب نباتی شدن آنها می شود؛ لذا باید این نکته را در موقع گازدهی رعایت نمود.

نحوه تأثیر: فومیگانت، حشره کش و نماتد کش بوده و بعضی وقتها خاصیت کنه کشی هم دارد.

موارد مصرف: علیه نماتد مولد غده سبزی و جالیز، سیب زمینی، چغندرقند، یونجه، انار، توت، انجیر، ضدعفونی بذر علیه کرم سیر، ضدعفونی دانه غلات انباری و حبوبات انباری به کار برده می شود.

مقدار مصرف: برای آفات انباری به مقدار ۱۶ تا ۴۰ گرم در هر مترمکعب به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت بسته به دما و نوع آفت مصرف می شود و برای کرم سیردر دمای بالاتر از ۱۵ درجه سانتیگراد ۳۵ گرم و در کمتر از آن ۵۶ گرم در مدت ۳ ساعت توصیه می گردد.

پادزهر: سولفات آتروپین.

از آنجایی که این گاز توسط ماده غذایی جذب سطحی می شود، لذا برای از بین بردن سم تجمع یافته بایستی پس از گاز دهی محصول ضدعفونی شده را به مدت ۲۴ ساعت در معرض جریان هوای آزاد قرار داد تا متیل بروماید موجود تصعید و ماده غذایی قابل مصرف گردد. متیل بروماید باعث زودرس شدن میوه ها نیز می شود. اثر متیل بروماید بر روی قوه نامیه بذور بسیار متغیر بوده و به رطوبت بذر و دمای محیط بستگی دارد. امروزه از متیل بروماید برای ضدعفونی غلات، سیرهای صادراتی و دیگر فرآورده های انباری و همچنین ضدعفونی بذور به منظور کنترل برخی از عوامل بیماریزا و علفهای هرز استفاده می شود.

متیل بروماید به دو صورت مورد استفاده قرار می گیرد: ۱- در شرایط خلاء ۲- در شرایط متعارف.

این سم را می توان هم در زیر پلاستیک که کاملاً به محیط خارج غیر قابل نفوذ باشد و هم در اتاقهای دربسته استفاده نمود و برای تأثیر بهتر آن باید در موقع گازدهی عمل چرخش گاز را انجام داد. مقدار گاز لازم برای هر متر مکعب ۱۵ تا ۴۰ گرم و مدت زمان گازدهی ۲۴ تا ۴۸ ساعت می باشد. البته نوع آفت، دمای محیط، نوع محصول، رطوبت محصول در زمان گازدهی و مقدار گاز نیز بسیار مؤثر می باشند.

این سم در لایه ازن تأثیر مخربی دارد. تولید و مصرف آن در ممالک پیشرفته قدغن شده ولی در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۱۰ اجازه مصرف آن داده شده است.

احتیاطات لازم در موقع کار با متیل بروماید:

۱- کارگرانی که با این سم کار می کنند بایستی اطلاعاتی در رابطه با خواص آن داشته باشند.

۲- این سم باید فقط در محفظه یا بسته بندی اصلی خود نگهداری شود و باز و بسته کردن شیر سیلندرها باید به آرامی و دقت صورت گیرد.

۳- باید زمانی از متیل بروماید برای ضدعفونی استفاده کرد که همراه آن گاز هشداردهنده (کلروپیکرین) نیز به کار رود.

٤- برای کشف بخار متیل بروماید در هوا روشهای متعددی وجود دارد. یکی از آنها چراغ مخصوصی است که در مجاورت متیل بروماید با شعله سبز می سوزد و کارگران را متوجه خطر می کند.

۵- استفاده از ماسک در موقع کاربرد این سم بسیار ضروری است.

۶- متیل بروماید با لوله ثابت فلزی به اتاقهای مخصوص گازدهی انتقال داده می شود و کارگران نباید شلنگ آن را در موقع گاز دهی انتقال دهند.

۷- مواد غذایی گازدهی شده پس از ضدعفونی باید تهویه داده شوند.

علائم مسمومیت: سردرد، تهوع، استفراغ، تشنج، بیهوشی و مرگ از علایم مسمومیت به این سم است. بخارات غلیظ آن از طریق پوست نیز جذب می شود و بزرگترین خطری که کارگران را در حین کار تهدید می کند آلوده شدن لباسهای آنها به متیل بروماید (مایع) است که پس از چند ساعت سبب تحریک، ایجاد تاول و مسمومیت می گردد.

۶- اتیلن دی بروماید (ethylene dibromide)

نامهای تجارتی: Dowfum 85 ،Bromofum ،EDB

این سم مایعی سنگین، بدون رنگ و شفاف و دارای مختصر بوی زننده است و در اکثر حلالهای آلی، الکلها و روغنها به آسانی حل می شود. این مایع در دمای ۱۳/٦ درجه سانتیگراد می جوشد. غیر قابل اشتعال و انفجار است و بدین جهت جزء کم خطرترین سموم گازی محسوب می شود.

در موقع کاربرد این سم باید دو نکته زیر را رعایت نمود:

۱- در محلهای دربسته که مقدار گاز بسیار زیاد و فشار بخار نیز بالا رفته است نباید داخل شد.

۲- باید از تماس مستقیم آن با سر و صورت و اعضای بدن ممانعت به عمل آید. امروزه از این سم برای کنترل آفات انباری و ضدعفونی بذور و خاک استفاده می شود. مقدار مصرف آن متغیر است که در زیر، مواردی از آن ذکر می گردد:

۱- شپشه آرد و شپشه برنج: دز مصرفی ۳-۷ گرم در مترمکعب، مدت گازدهی ٤۸ ساعت، زمان لازم برای تهویه ٤۸ ساعت.

۲- دانه های روغنی: دز مصرفی ۷۰ گرم در متر مکعب، مدت گازدهی ۲۴-۴۸ ساعت، زمان لازم برای تهویه ۷ روز.

این سم اثر سوء روی قوه نامیه بذور و طعم محصولات تدخین شده ندارد، ولی نفوذ آن نیز کم است و نباید از آن انتظار نفوذ به عمق محصول را داشت. از این سم بیشتر برای ضدعفونی سیلوها و انبارها قبل از پر کردن محصول می توان استفاده نمود.

۷- فسفین یا فسفید هیدروژن (phosphine)

نام تجارتی: Celphos ،Selphid ،Phostoxin

وزن مولکولی: ۵۸

موارد مصرف: جهت ضدعفونی دانه فرآورده های غله ای، حبوبات، خشکبار انباری به کار می رود.

مقدار مصرف: در هر متر مکعب فضای مسدود ۳ تا ۵ قرص، در فضای نیمه مسدود با استفاده از چادر پلاستیکی ٤ تا ٦ قرص و در فضای باز با پوشش پلاستیکی ۵ تا ۸ قرص حداقل ۷۲ ساعت با نظارت کارشناس مصرف می گردد.

فسفین سم خطرناکی برای انسان می باشد و باید با نظارت مأمورین فنی مصرف شود. به علاوه، به علت باقی نماندن روی مواد غذایی ADI آن اندازه گیری نشده است.

فستوکسین یکی از ترکیبات تدخینی است که به صورت قرصهای سه گرمی توسط شرکتهای مختلف تولید و به بازار عرضه شده و بخش اعظم آن از فسفید آلومینیوم خالص تشکیل شده است. این قرصها یک ساعت پس از قرار گرفتن در معرض رطوبت نسبی و دمای محیط تصعید شده و گاز فسفین تولید می نمایند. مدت گازدهی تابع دمای محیط است، به طوری که در دمای ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد ۵ روز و در دمای ١٦-۲۰ درجه سانتیگراد ۳ روز می باشد. قرصها پس از قرار گرفتن در معرض هوا تولید گاز نموده و تبدیل به خاکستر می شوند. تعداد قرص لازم برای هر تن محصول انباری ۱۰-۱۵ عدد می باشد.

برای قرار دادن قرصها در داخل محصول از سوند استفاده می گردد.

محلهای گازدهی باید با پلاستیک غیر قابل نفوذ پوشانده شوند و یا گازدهی در اتاقهای مخصوص انجام گیرد. عمل تهویه محصول پس از گازدهی به مدت ٢٤ تا ٤۸ ساعت می باشد. در موقع گازدهی، کارگران حتی الامکان باید از ماسک مخصوص استفاده نمایند.

۸- اکریلونیتریل (acrylonitril)

نامهای تجارتی: Carbacryl, Ventox, Acrylane

نام شیمیایی: 2-Propenitril

فرمول مولکولی: C_3H_3N

اکریلونیتریل مایعی است با وزن مولکولی ۵۳ که در ۷۷ درجه سانتیگراد می جوشد و در مجاورت هوا و حرارت معمولی تبخیر شده و بویی شبیه بوی خردل ایجاد می نماید. فشار بخار این ترکیب ۱۳۷ میلی بار در ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. قابلیت اشتعال اکریلونیتریل بسیار زیاد است و به همین دلیل همیشه به صورت مخلوط با یک ماده دیگر مانند تتراکلریدکربن به کار می رود تا از قابلیت اشتعال و انفجار آن بکاهد. کاربرد این ترکیب روی گیاهان زنده بسیار زیان آور است و باعث گیاهسوزی می شود. اکریلونیتریل برای انسان و جانوران خونگرم بسیار خطرناک است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۹۳ میلی گرم بر کیلوگرم از سم مایع و LC_{100} تنفسی برای موش صحرایی ظرف مدت ٤ ساعت ۱۰۰ گرم بر مترمکعب می باشد.

۹- کربن دی سولفید (carbon disulfide)

نام شیمیایی: Carbon bisulphid

فرمول مولکولی: (CS_2)

فرم خالص این سم مایعی زرد رنگ و بد بو با وزن مولکولی ۷٦ است که در ٤٦/۳ درجه سانتیگراد به جوش می آید. فشار بخار این ترکیب ۳۵۷ میلیمتر جیوه در ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. در دمای بالاتر از ۱۸ درجه سانتیگراد به سرعت بخار می شود و چون بخارآن از هوا سنگین تر است به آسانی به داخل خلل و فرج خاک و مواد مورد ضدعفونی نفوذ کرده و سبب نابودی آفات می شود. با وجود برتریهای این ترکیب نسبت به سایر مواد، به سبب قابلیت اشتعال شدید، استفاده از آن مشکل است. برای کاهش این خاصیت یک قسمت از این ماده را با ٤ قسمت تتراکلریدکربن مخلوط می کنند. این ماده شیمیایی به قوه نامیه بذوری که رطوبت بالایی داشته باشند آسیب می رساند. سمیت کربن دی سولفید برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است و LC_{100} تنفسی آن برای موش صحرایی ظرف مدت ۳-٤ ساعت ۱۰۰ گرم بر مترمکعب می باشد؛ لذا امروزه در اکثر کشورها مصرف این ترکیب ممنوع شده است.

۱۰- اتیلن اکساید (ethylene oxide)

نام تجارتی: Cartox®, Etox®, Carboxid®

نام شیمیایی: dimethylene oxide

فرمول مولکولی: C_2H_4O

فرم خالص این سم مایعی با وزن مولکولی ٤٤ است که در دمای ۱۱ درجه سانتیگراد می جوشد و فشار بخارآن ٤٩۲ میلیمتر جیوه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. این ترکیب دارای بویی شبیه به بوی اتر بوده و مانند کربن دی سولفید امکان انفجار آن در مجاورت هوا وجود دارد؛ لذا در عمل یک قسمت از آن را با ۷ تا ۱۲ قسمت گاز کربنیک مخلوط می کنند و این اختلاط خواص حشره کشی آن را نیز افزایش می دهد. از این ترکیب برای برای ضدعفونی فرآورده های انباری و خاک استفاده می شود و چون در حالت عادی قابلیت نفوذ زیادی در محصولات انباری ندارد، لذا برای مبارزه با آفات محصولات توده ای و فشرده مناسب نیست. اکسید اتیلن علاوه بر خاصیت حشره کشی، دارای خواص قارچ کشی، حلزون کشی و باکتری کشی نیز می باشد. اکسید اتیلن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار سمی است. LC_{50} آن برای یک ساعت تنفس ۷/۲ گرم بر لیتر می باشد.

فصل دوازدهم

نوروتوکسین ها

سیستم عصبی

اکثر سموم آفت کش بر سیستم عصبی تأثیر گذاشته و از این طریق باعث مرگ آفت می شوند. در حقیقت سیستم عصبی حساس ترین و آسیب پذیرترین قسمت بدن جانوران می باشد.

فیزیولوژی سلولهای عصبی

هر سلول عصبی دارای یک جسم سلولی و یک آکسون است که تحریکات از آن به صورت یک موج الکتریکی انتقال می یابند. یک آکسون می تواند بسیار طویل باشد. در انتهای آکسون تحریکات توسط یک سیناپس به سلول بعدی منتقل می شود و در واقع، سیناپسها محل تماس بین یک نرون با نرون بعدی هستند. زمانی که نرون تحریک شود، باعث ایجاد پیام بیوالکتریکی یا جریان عصبی در آن می شود.

پتانسیل غشاء

بین دو طرف غشای سلولهای عصبی نوعی اختلاف سطح الکتریکی وجود دارد که به آن پتانسیل غشاء گفته می شود. وضعیت این پتانسیل الکتروشیمیایی به صورتی است که در حالت عادی سطح بیرونی غشاء نسبت به سطح داخلی آن دارای بار مثبت بیشتری است. معمولاً میزان پتانسیل غشاء در سلولهای عصبی حدود منفی ۷۰ میلی ولت می باشد. پدیده های الکتریکی سلولهای عصبی از جابجایی یونها در محیطهای داخلی و خارجی آنها و نفوذپذیری غشاء نسبت به بعضی یونها و نفوذناپذیری نسبت به بعضی یونهای دیگر پدید می آیند. تعداد زیادی از موادی که در محیطهای مایع خارجی و داخلی تارهای عصبی یافت می شوند یونیزه هستند. یونهای پتاسیم و سدیم در تغییرات الکتریکی غشاء نقش مهمی دارند. تراکم پتاسیم در درون نرونها و انشعابات آنها بسیار بیشتر از محیط خارجی و تراکم سدیم در محیط خارجی بسیار بیشتر از درون آنهاست.

غشاء نرون در حالت استراحت نسبت به یونهای پتاسیم نفوذپذیر و نسبت به یونهای سدیم نفوذناپذیر است و به همین جهت تعدادی از یونهای پتاسیم طبق پدیده انتشار از غشاء خارج می شوند، در حالی که یونهای سدیم نمی توانند از غشاء عبور کرده و به درون نرون راه یابند. در نتیجه به میزان بارهای مثبت سطح غشاء افزوده شده و از تعداد یونهای مثبت درون غشاء کاسته می شود و غشاء حالتی قطبی یا پلاریزه پیدا می کند. به وجود آمدن حالت پلاریزه تا حد زیادی مربوط به فرآیند فعال یونهاست که با صرف انرژی صورت می گیرد.

پتانسیل عمل عصبی

یکی از ویژگیهای مهم نرون ها تحریک پذیری آنهاست. در صورت تحریک عصبی، پتانسیل غشاء در محل تحریک تغییر کرده و یک موج عصبی که در واقع پتانسیل عمل می باشد به وجود

می آید. پیامهای عصبی توسط پتانسیلهای عمل که تغییرات سریع پتانسیل غشاء هستند انتقال می یابند. هر پتانسیل عمل با یک تغییر ناگهانی از پتانسیل منفی داخلی غشاء (پتانسیل استراحت یا بار آرامش) به یک پتانسیل مثبت شروع شده و سپس با برگشت سریع به پتانسیل منفی خاتمه می یابد. برای هدایت پیامهای عصبی، پتانسیل عمل در طول تار عصبی به حرکت در می آید تا اینکه به انتهای تار برسد. در جریان پتانسیل عمل یونهای مثبت در آغاز به داخل غشاء و در انتها به خارج حرکت داده می شوند.

مقایسه سیستم عصبی در حشرات و پستانداران

سیستم عصبی حشرات بسیار رشد کرده و قابل مقایسه با سیستم عصبی مرکزی پستانداران می باشد. موفق بودن اثر حشره کش ها تا حد زیادی به رشد سیستم عصبی در حشرات بستگی دارد و به همین سبب انسان که دارای پیشرفته ترین سیستم عصبی است به سموم عصبی بسیار حساس می باشد. اما خوشبختانه ترکیبات مفید متعددی ساخته شده اند که بدون آسیب رساندن به حیوانات اهلی و انسان، باعث مرگ حشرات می شوند. در عوض ترکیباتی مانند گازهای شیمیایی به کار گرفته شده در جنگ ها نیز وجود دارند که تنها، سیستم عصبی انسان را مورد حمله قرار می دهند. به هر حال در سالهای اخیر مشخص شده که در بعضی حالات تفاوت در میزان حساسیت بین پستانداران و حشرات در نتیجه تفاوت ذاتی بین سیستم عصبی آنها می باشد. برای مثال می توان این تفاوتها را به وجود اختلافات مرفولوژیکی در الگوی پراکنش اعصاب در بدن پستانداران و حشرات مربوط دانست. در حشرات انتهای بسیاری از اعصاب بدون پوشش محافظتی است، در صورتی که در سیستم عصبی پستانداران چنین نقاط آسیب پذیری کمتر وجود دارد. دو بخش مهم و مشترک در سیستم عصبی حشرات و پستانداران وجود دارد: سیستم عصبی مرکزی و محیطی که شامل مغز و نخاع در پستانداران و مغز و طناب عصبی شکمی در حشرات می باشد.

سیستم عصبی مرکزی تلفیقی از سیستمهایی است که متشکل از میلیونها سلول عصبی می باشند و با اتصالاتی به نام سیناپس به یکدیگر متصل شده اند. سیستم عصبی محیطی متشکل از دو قسمت سیستم خودکار و سیستم ارادی است.

سیستم عصبی در پستانداران

الف) سیستم ارادی

سیستم ارادی که متشکل از اعصاب آورنده و برنده پیام عصبی می باشد حرکت بعضی از قسمتهای بدن مانند واکنش به تحریکات محیطی و واکنش ماهیچه ای که بعد از آن رخ می دهد را کنترل می نماید. برای دریافت تغییرات محیطی گیرنده های حساسی وجود دارند (گوش، چشم و

غیره) که مستقیماً با سیستم عصبی در ارتباط هستند. عموماً گیرنده ها اعضای تخصص یافته ای هستند، اما در بعضی از نواحی بدن انتهای دندریتهای عصبی که تخصص کمتری یافته اند نیز همین کار را انجام می دهند. اطلاعات عصبی دریافتی می توانند مستقیماً توسط یک عصب محرک منتقل شده و یا ابتدا توسط مغز آنالیز شوند. زمانیکه مغز نسبت به یک محرک واکنش نشان می دهد، پاسخ عصبی را توسط اعصاب محرک به ماهیچه های ارادی می فرستد. انتهای این عصب انتقال دهنده دارای یک بخش فیبری در محل اتصال با ماهیچه می باشد و در این محل پیام به ماهیچه منتقل می شود. پیغام توسط یک واسطه شیمیایی به نام استیل کولین که خود توسط سیستم کولینرژیک کنترل می شود، انتقال می یابد.

ب) سیستم عصبی غیر ارادی

سیستم عصبی غیر ارادی حرکات ماهیچه ایٔ اعضای داخلی بدن و تحریک غدد مختلف را کنترل می کند. کل سیستم از دو بخش که عمل متضادی داشته و طبیعتاً غیر ارادی هستند یعنی سیستمهای سمپاتیک و پاراسمپاتیک تشکیل شده است. سیستم سمپاتیک دارای زنجیره ای از گره های عصبی بزرگ و مشخص در خارج سیستم عصبی مرکزی می باشد. آکسونی که گره را به سیستم عصبی مرکزی متصل می کند به نام آکسون پیش گرهی و عصبی که از گره به اعضای انتهایی می رود به آکسون پس گرهی موسوم است. در قسمت انتهای دومین عصب یک سیناپس وجود دارد که آن را به غده یا عضو مورد نظر متصل می کند. انتقال تحریک در این قسمت توسط واسطه های شیمیایی به نام اپی نفرین یا نور اپی نفرین صورت می گیرد. سیستم پاراسمپاتیک اصولاً شبیه سیستم سمپاتیک است با این تفاوت که در آن اتصال شیمیایی بین عصب پس گرهی و عضو از نوع کولینرژیک است. گره های پاراسمپاتیک اغلب کوچک بوده و در بدن پراکنده اند، این گره ها معمولاً در کنار عضو قرار دارند و به همین دلیل عصب پس گرهی در آنها کوتاه است. عموماً گفته می شود که تحریک سیستم سمپاتیک باعث تسریع ضربان قلب و کاهش فعالیت دستگاه گوارش می شود و بر عکس، تحریک سیستم پاراسمپاتیک ضربان قلب را کاهش داده و فعالیت دستگاه گوارش را افزایش می دهد.

سیستم استیل کولین یا سیستم کولینرژیک تنها سیستم شناخته شده در انتقال پیام عصبی به ماهیچه ها و انتقال از سیستم پاراسمپاتیک می باشد. این ماده معمولاً در انتقال سیستم سمپاتیک وجود ندارد. در سیستم عصبی مرکزی که تعداد بسیاری از سیناپسهای عصبی وجود دارند سیستم کولینرژیک نقش مهمی داشته و به این صورت مواد ضدآنزیم کولین استراز دارای تأثیر بسیار زیادی روی سیستم عصبی مرکزی می باشند. دو ناقل شیمیایی مهم دیگر نور اپی نفرین و

اپی نفرین هستند. نور اپی نفرین نسبتاً در انتقال پیامهای سیستم سمپاتیک مؤثر بوده و به عنوان مهمترین ماده انتقال این نواحی محسوب می شود.

سیستم عصبی در حشرات

سیستم عصبی حشرات بسیار ساده تر از سیستم عصبی پستانداران است، اما در برخی حالات بعضی قسمتهای آن برحسب نوع زندگی حشره تخصص بیشتری یافته است. تفاوتهای اساسی بین سیستم عصبی حشرات و پستانداران به قرار زیر می باشد:

۱- هیچ انتقال سیناپسی از نوع کولینرژیک (با واسطه استیل کولین) در سیستم عصبی محیطی حشرات وجود ندارد.

۲- هیچ سیستم عصبی غیر ارادی در حشرات وجود ندارد (برخی سیسمتهای غیر ارادی که توسط هورمونها کنترل می شوند در بدن حشرات وجود دارند).

۳- هیچ گرهی در سیستم عصبی محیطی حشرات وجود ندارد (گره های عصبی در حشرات مطابق با سیستم عصبی پستانداران است).

۴- استیل کولین مهمترین و احتمالاً تنها ناقل شیمیایی تحریک کننده در سیستم عصبی مرکزی حشرات می باشد.

۵- در سیستم عصبی حشرات غشاء میلینی مشخص و قابل مشاهده وجود ندارد.

۶- طناب عصبی در حشرات با یک پوشش فیبری سخت پوشیده شده است که به آن به صورت ساده تر غلاف عصبی گفته می شود. این غلاف همچنانکه ورود بسیاری از مواد را محدود می نماید برای محافظت طناب عصبی ضروری است.

۷- اتصال عصب ماهیچه در حشرات فاقد صفحات انتهایی اختصاصی موجود در پستانداران می باشد. انشعابات آکسونها در حشرات یک فیبر ماهیچه را تحریک می نماید در حالیکه صفحات انتهایی در آکسونهای سیستم عصبی پستانداران یک گروه از فیبرهای ماهیچه ای را تحریک می کنند.

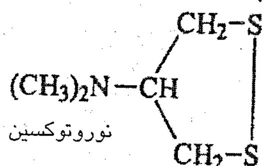
۸) سیستم عصبی حشرات اکسیژن مورد نیاز خود را از طریق انتشار هوا از تراشه ها می گیرد.

۹) در سیستم عصبی محیطی حشرات به جای نور اپی نفرین، اکتوپامین به عنوان ناقل شیمیایی عصبی عمل نموده و دارای وظایف متعددی می باشد.

در سایر حالات سیستم عصبی حشرات شبیه پستانداران است و شباهتهای اساسی بسیار برجسته تر از تفاوتها می باشد. با این وجود تفاوتهای بین گونه های حشرات بسیار زیاد است.

سموم عصبی

نوروتوکسین یا 4-N,N-dimethyl amino-1,2-dithiolane ماده سمی است که اولین بار توسط نیتا در سال ۱۹۴۱ از بدن یک کرم حلقوی دریازی به نام *Lumriconereis heteropoda* (Eunicidae) استخراج شده و از لحاظ داروشناسی مورد بررسی قرار گرفته است. این گروه از سموم دارای قدرت بالای حشره کشی می باشند. مطالعات انجام شده روی مشتقات نوروتوکسین منجر به ساخت ترکیباتی نظیر کارتاپ و بنسولتاپ در ژاپن و و تیوسیکلام در سوییس شده است.



این گروه سموم زیادی را در بر دارد که به تعدادی از آنها اشاره می شود:

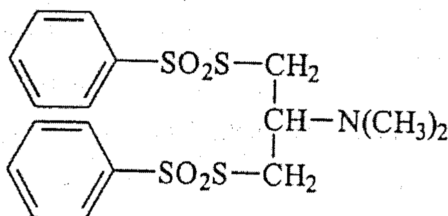
بنسولتاپ (bensultap)

نام تجارتی: Bancol ،Victenon

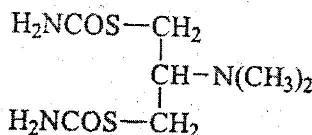
فرمول شیمیایی: $C_{17}H_{21}NO_4S_4$

نام شیمیایی: *S,S'*-2-dimethylaminotrimethylene di(benzenethiosulfonate)

ساختمان شیمیایی:



بنسولتاپ حشره کشی تماسی و گوارشی است که برای کنترل آفات مهم محصولات مختلف کشاورزی بکار می رود. این سم سوسک کلرادو، تریپس چای، کرم خوشه خوار انگور و کرم ساقه خوار برنج را به خوبی کنترل می نماید. سمیت بنسولتاپ از راه گوارشی برای انسان و جانوران خونگرم نسبتاً کم است.



کارتاپ (cartap)

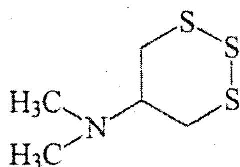
نام تجارتی: Patap ،Padan ،Cadan

فرمول شیمیایی: $C_7H_{15}N_3O_2S_2$

نام شیمیایی: *S,S'*-(2-dimethylaminotrimethylene) bis(thiocarbamate)

این سم دارای خواص سیستمیک، تماسی و گوارشی است که به آهستگی تأثیر می گذارد. حشرات مسموم شده قادر به تغذیه نبوده و در نتیجه از گرسنگی تلف می شوند. کارتاپ برای کنترل حشرات مکنده و جونده استفاده می شود و تقریباً در همه مراحل زندگی آنها مؤثر است. همچنین کارتاپ دارای خاصیت قارچکشی است و می توان برای کنترل زنگها توصیه نمود. به علاوه، برای زنبور عسل تقریباً بی خطر بوده و نیمه عمر آن در خاک ۳ روز است. سمیت کارتاپ برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۳۲۵-۳۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

تیوسیکام (thiocyclam)



فرمول شیمیایی: $C_5H_{11}NS_3$

نام شیمیایی: *N,N*-dimethyl-1,2,3-trithian-5-ylamine

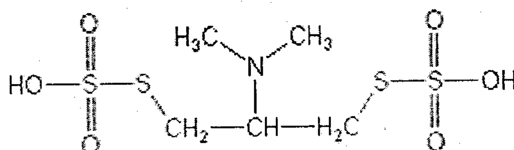
این سم دارای خاصیت گوارشی و تماسی با اثر اولیه کم و دوام باقیمانده متوسط است (۷ تا ۱۴ روز). این ترکیب دارای خاصیت نفوذی بوده و از طریق آوندهای چوبی در گیاه حرکت می کند. تیوسیکام برای کنترل آفاتی نظیر لارو بالپولکدارن و سخت بالپوشان توصیه نمود و سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم نیز نسبتاً زیاد می باشد.

تیوسولتاپ (thiosultap)

فرمول شیمیایی: $C_5H_{13}NO_6S_4$

نام شیمیایی: dihydrogen *S,S'*-(2-dimethylaminotrimethylene)di(thiosulfate)

ساختمان شیمیایی:



نحوه اثر نوروتوکسین ها

معمولاً حشرات به سرعت توسط نوروتوکسینها فلج می شوند، اگر چه ممکن است پس از مسمومیت دوباره فعال شوند. با این حال، سوسریهای *Blatella* و *Periplaneta* به اثر فلج

کنندگی این سموم بسیار حساسند. اثر کشندگی این سموم از راه دهانی بسیار بیشتر است. حشرات مسموم به سرعت بی حرکت شده و سپس علائم ناشی از تشنج عصبی بروز می کند.

نوروتوکسینها دارای فعالیت آنتاگونیستی در سیناپسها می باشند و مسدود شدن آن باعث ایجاد مسمومیت در حشرات می شوند. مشخص شده است که نوروتوکسینها علاوه بر مسدود کردن سیناپس قادر به ایجاد تحریک در گیرنده های نیکوتینی استیل کولین[1] (nAChR) نیز می باشند. به عنوان مثال این تحریکات در روی ماهیچه دیافراگم شکمی موش صحرایی و ناحیه پس سیناپسی سوسری آمریکایی دیده شده است. مکانیسم به وجود آمدن چنین اثر دو گانه ای مشخص نیست، اما یک دلیل آن می تواند تغییر در میزان دز مصرفی سم برای آزمایش باشد.

تأثیر فلج کنندگی اولیه تولید شده توسط این ترکیبات قابل برگشت بوده و دلیل آن هم احتمالاً وجود مکانیسمهای تجزیه کننده سم در بدن حشرات می باشد. با توجه به این موضوع مشخص شده که پدیده بازگشت رفته رفته کاهش یافته و در نهایت حشره می میرد. این حالت حتی زمانی که حشره در غلظت پایین سم اما به طور مستمر قرار گیرد نیز دیده می شود. به طور مثال حدود نصف جمعیت لاروهای سنین اولیه کرم ساقه خوار برنج که در رژیم غذایی آلوده به ۰/۲۵ پی پی ام کارتاپ رهاسازی شوند به سرعت مرده و بقیه نیز دچار اختلال رشد می گردند. مشتقات نوروتوکسین بر روی اکثر پروانه ها مؤثرند، اما در برخی حالات بر روی مگس خانگی و کنه ها کاملاً بی اثر می باشند. مکانیسم پدید آمدن این حالت انتخابی کاملاً روشن نشده است، اما می توان به وجود مکانیسمهایی نظیر تفاوت در قابلیت نفوذپذیری پوست، قدرت رسیدن و نفوذ سم به هدف، میزان حساسیت هدف سم در بدن حشرات و نیز قدرت حشره در تجزیه و متابولیسم سم اشاره نمود.

1- Nicotinic Acetylcholine Receptor

فصل سیزدهم

هورمونها

و

فرمونها

در اواخر دهه ۱۹۷۰ خاصیت آفت کشی نسل سوم آفت کش ها کشف شد و در این رابطه ترکیبات مختلفی تهیه و عرضه گردید که مهمترین آنها به شرح زیر می باشد.

الف- فورمامیدینها

ب- تنظیم کننده های رشد حشرات شامل:

۱- بی اثر کننده های تشکیل کیتین

۲- شبه هورمونهای جوانی

۳- هورمونهای جوانی

۴- جلب کننده ها

۵- Moulting hormone agonists

۶- Moulting inhibitores

الف- فرمونها

ترکیباتی هستند که غددَ مولد آنها ترشحات خود را به خارج از بدن موجود ترشح می نماید و این مواد وقتی در محیط اطراف پخش می شوند روی حشرات دیگر اثر نموده و در اکثر موارد سبب جلب آنها می گردند. انواع فرمونها شامل فرمونهای اعلام خطر، فرمونهای جنسی، فرمونهای تجمعی، فرمونهای ردیابی و غیره می باشد که فرمونهای جنسی و اعلام خطر مهمترین آنها در مدیریت آفات می باشند.

فرمونهای جنسی خود به دو گروه تقسیم می شوند:

۱) گروهی که برای آگاهی یافتن از موقعیت جنس تولید کننده فرمون و یافتن او از فواصل مختلف است و به طور معمول توسط حشره ماده تولید می شوند.

۲) فرمونهای تشدید کننده رفتار جنسی که معمولاً توسط افراد نر (پروانه ها) تولید می شوند و باعث تحریک جنس مخالف به انجام جفتگیری می گردند.

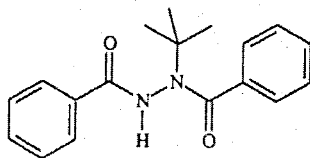
ب- هورمونها

موادی هستند که پس از ترشح از غده به محیط داخلی بدن می ریزند. بسیاری از اعمال حیاتی حشره توسط هورمونها تحت کنترل قرار می گیرد (نظیر هورمون تغییر جلد).

از آنجایی که این ترکیبات در رشد و نمو حشرات نقش دارند، اصطلاحاً به آنها تنظیم کننده های رشد حشرات (IGR) گفته می شود. رشد و نمو در حشرات توسط سه گروه عمده از هورمونها تنظیم می شود. هورمون مغزی که احتمالاً ساختار پلی پپتیدی دارد و توسط سلولهای عصبی- ترشحی در مغز اول ترشح شده و باعث تحریک غدد پیش سینه ای شده و سلولهای غدد پیش سینه ای را وادار به ترشح یک یا چند نوع استروئید وابسته به اکدیزون می کنند.

استروئیدهای اکدیزونی مسئول انجام فرآیند پوست اندازی هستند. نوع کوتیکول ترشح شده توسط سلولهای اپیدرمی در هر بار پوست اندازی تحت تأثیر سومین گروه از هورمون ها قرار می گیرد که توسط غددی به نام اجسام آلاتا ترشح شده و به هورمون جوانی Juvenil hormon موسوم اند. در حالتی که حشره به طور آزمایشی در معرض غلظت بالایی از اکدیزون قرار گیرد یا این هورمون در زمان نامناسب به بدن آن تزریق شود، طی برخی از فرآیندهای رشدی سلولهای اپیدرمی به سرعت کوتیکول ناقصی ترشح می کنند که چنین عارضه ای Hyperecdysoms نامیده می شود. بیش از ۴۰ استروئید در گیاهان مختلف شناخته شده که دارای فعالیت شبه هورمون پوست اندازی در حشرات هستند، به طور مثال گیاه *Seruvium portulacostrum* از خانواده Azoacae منبع مهمی برای استخراج مواد شبه اکدیزونی به شمار می رود. بعضی از ترکیبات اکدیزونی به شرح زیر می باشند:

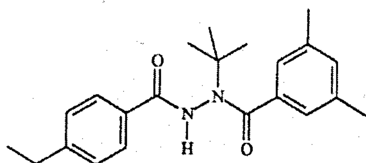
۱- ترکیب شماره RH-5849



اولین ترکیب شبه اکدیزونی از این گروه بوده و برای کنترل لارو بالپولکداران، سخت بالپوشان و دوبالان به کار می رود. اگرچه این ترکیب کمتر استفاده شده، اما بیشترین آزمایشات روی آن انجام گرفته است.

۲- تبوفنوزید tebufenozide

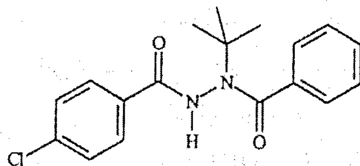
نامهای تجارتی: Mimic, Confirm,Romdan



از این ترکیب برای کنترل لارو پروانه ها به کار می رود و از آنجایی که به طور انتخابی عمل می کند، برای حشرات غیر از این راسته خصوصاً زنبورهای انگل و حشرات شکارچی غیر سمی است.

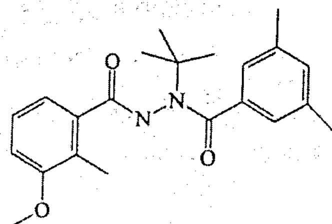
۳- هالوفنوزید halofenozide

نام تجارتی: Mach 2



هالوفنوزید یک حشره کش قوی و مؤثر است که برای کنترل آفات خاکزی نظیر لارو حشرات خانواده Scarabaeidae در گیاهان زینتی استفاده می شود. این ترکیب دارای خواص سیستمیک بوده و از راه ریشه گیاه جذب می شود. هالوفنوزید

بر همه مراحل رشد سوسک ژاپنی (*Popilliae japonicae*) مؤثر است. اما تأثیر آن در مورد سایر سخت بالپوشان در سنین اولیه لاروی بیشتر است.



۴- فنوکسی فنوزید **phenoxyfenozide**

نام تجارتی: Interpid, Runner

فنوکسی فنوزید حشره کشی گوارشی و تماسی و بسیار قوی تر از تبوفنوزید است. این ترکیب از طریق ریشه گیاه جذب شده و به صورت سیستمیک در بافتهای گیاه منتشر می شود. اثرات تخم کشی آن به صورت تماسی نیز قابل توجه است. از این ترکیب علیه طیف وسیعی از لارو بالپولکداران در محصولات زراعی مختلف استفاده می شود، یکی از مزایای خوب آن غیر سمی بودن برای حشرات مفید نظیر زنبورهای پارازیتوئید است.

سایر ترکیبات اکدیزونی

اخیراً دو ترکیب شبه اکدیزونی با ساختار غیر استرولی به نامهای DTBHIB و 8-o-acetoxyharpagide ساخته شده اند که مانند بتا اکدیزون باعث ایجاد تغییرات مرفولوژیک و فیزیولوژیک در بدن حشرات می شوند. ترکیب دوم از گیاه *Ajuga repens* استخراج شده است.

پ- هورمونهای جوانی و آنالوگهای آن

در حال حاضر هورمون جوانی و آنالوگهای آن به عنوان عوامل کنترل کننده حشرات بیشتر از شبه اکدیزون ها مطرح هستند. اثرات این هورمون زمانی شناخته شد که Slama از کاغذهای تهیه شده از چوب درخت بالزام کانادایی *Abies balsamia* برای مفروش کردن کف ظرف حاوی سن *Pyrrhocoris apterus* استفاده نمود. چوب این درخت حاوی ماده ای به نام Juvabion بود که باعث اختلال در دگردیسی این حشره شد. تا کنون چندین نوع هورمون جوانی در حشرات تشخیص داده شده است. این مواد رشد اعضای داخلی بدن مانند سیستم عصبی، گنادها، روده میانی و غیره را نیز متأثر ساخته و از بلوغ آنها ممانعت می کنند. همچنین هورمون جوانی بلوغ و رشد دیسکهای بالچه ای را در زیر پوست حشرات دارای دگردیسی کامل به تعویق می اندازند. ترکیبات اولیه شبه هورمونهای جوانی دارای ساختار ترپنوئیدی بودند که از جمله آنها می توان به متوپرن و هیدروپرن اشاره نمود. این ترکیبات ساختار غیر ترپنوئیدی داشته و فاقد گروه اپوکسی

هستند. این ترکیبات فعالیت حشره کشی بسیار بیشتری دارند و شامل ترکیباتی نظیر فنوکسی کارب و پیروپیروکسی فن می باشند. برخی از مهمترین ترکیبات شبه هورمون جوانی عبارتند از:

۱- کینوپرن kinopren

نامهای تجارتی: Enstar ،Altodel

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{28}O_2$

نام شیمیایی: 2-Propynyl(E,E)-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadienoate

CH_3
$(CH_3)_2CHCH_2CH_2CH_2CHCH_2$
H
$C=C$
H
H
$C=C$
CH_3 $COOCH_2C{\equiv}CH$

کینوپرن، ترکیب شبه هورمون جوانی مختص حشرات راسته جوربالان است و وقتی روی پوره ها پاشیده می شود از دگردیسی آنها ممانعت کرده و تدریجاً باعث کاهش جمعیت آنها می گردد. از این ترکیب برای مبارزه با آفات مکنده در گیاهان زینتی، صیفی و سبزی در گلخانه ها استفاده می شود. سمیت کینوپرن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار کم است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۲- هیدروپرن hydroprene

نام تجارتی: Gentrol ،Gencor

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{30}O_2$

نام شیمیایی: Ethyl(E,E)-(RS)-3,7,11-trimethyldodeca-2,4-dienoate

CH_3
$(CH_3)_2CHCH_2CH_2CH_2CHCH_2$
H
$C=C$
H
H
$C=C$
CH_3 $COOCH_2CH_3$

هیدروپرن یکی از آنالوگهای هورمون جوانی است که با جلوگیری از دگردیسی، مانع تبدیل لاروها به حشرات کامل می شود. این ترکیب برای کنترل مراحل نابالغ سخت بالپوشان، جوربالان، بالپولکداران در محصولات انباری و نیز سوسریها در اماکن مسکونی مورد استفاده قرار می گیرد.

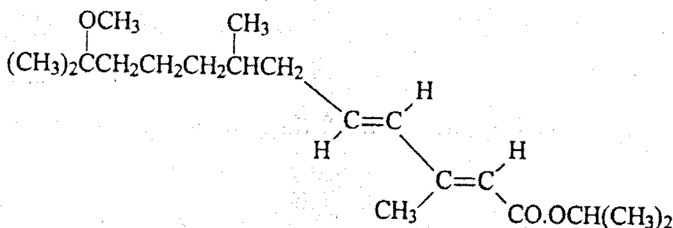
سمیت هیدروپرن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۳- متوپرن methopren

نامهای تجارتی: Altocid، Precor، Ovitrol

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{34}O_3$

نام شیمیایی: Isopropyl(E,E)-11-methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodeadienoate



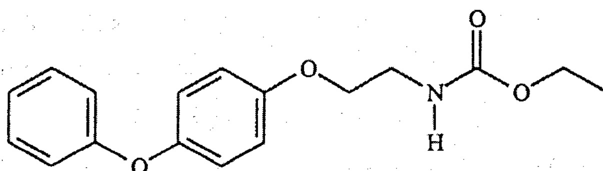
متوپرن یک شبه هورمون با قابلیت ممانعت از تشکیل جلد در حشرات است و حشرات تحت تأثیر این ترکیب قادر به حیات نمی باشند. متوپرن در مصارف بهداشتی و برای کنترل بسیاری از آفات خصوصاً دوبالان، سوسکها و جوربالان و محصولات انباری نظیر توتون استفاده می شود، اما کاربرد عمده آن در مبارزه با لارو پشه ها در آبهای راکد بوده است. دوام این حشره کش در آب و خاک کوتاه بوده و حداکثر پس از ۱۵ روز تجزیه می شود. سمیت این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی کمتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۴- فنوکسی کارب fenoxycarb

نامهای تجارتی: Insegar،Logic،Torus

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{19}O_4N$

نام شیمیایی: Ethyl 2-(4-phenoxyphenoxy)ethyl carbamate



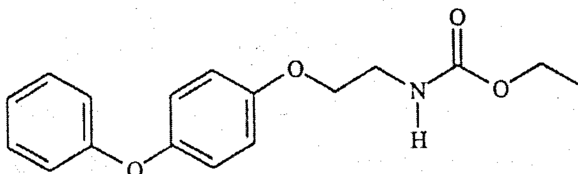
فنوکسی کارب یک تنظیم کننده رشد و شبه هورمون جوانی با اثر تماسی و گوارشی است که از آن برای مبارزه با لارو پروانه ها و شپشکهای سپردار روی درختان میوه، زیتون، پنبه کاریها و گیاهان زینتی و همچنین برای کنترل لارو سوسکها و پروانه ها در فرآورده های انباری استفاده می شود. سمیت فنوکسی کارب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۱۰۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۵- پایروپیروکسی فن pyriproxyfen

نامهای تجارتی: Sumilarv،Admiral

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{19}NO_3$

نام شیمیایی: 4-phenoxyphenyl(RS)-2-(2-pyridyloxy)propylether



پایروپیروکسی فن یک ترکیب هورمونی بسیارقوی است که هم از رشد مراحل لاروی و هم از رسیدن به بلوغ ممانعت می کند. این ترکیب در مزارع علیه سن گندم استفاده می شود. همچنین مصرف بهداشتی داشته و برای مبارزه با آفاتی نظیر پشه ها، سوسریها، مگسها و مورچه ها در اماکن و دامداریها استفاده می شود. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم اندک بوده و LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

نحوه اثر هورمونهای جوانی و آنالوگهای سنتتیک آن

حشرات نابالغی که تحت اثر هورمون جوانی قرار می گیرند، معمولاً قادر به تغییر جلد نبوده و یا بعد از تغییر جلد به سرعت از بین می روند و در صورت زنده ماندن نیز قادر به تولید مثل نیستند. بر خلاف حالت بینابینی ناشی از مصرف اکدیزونی، حالت بینابینی از مصرف مقدار زیاد هورمون جوانی به وجود نمی آید. عدم حساسیت لاروهای جوان به هورمونهای جوانی و آنالوگهای آن باعث شده به موادی که ضد هورمون جوانی عمل می کنند توجه بیشتری شود، همچنین می توان آنها را روی مراحل اولیه لاروی به کار برد. این ترکیبات از سنتز هورمون جوانی در corpora allata ممانعت می کنند و در نتیجه باعث بلوغ زودرس حشره می شوند. حشره بوجود آمده غیر فعال، کوچک و ضعیف است. گروهی از این مواد در مراحل اولیه بیوسنتز هورمون جوانی اختلال ایجاد می کنند. به این ترکیبات پرکوسن (precocene) می گویند.

ت- ممانعت کننده های سنتز کیتین

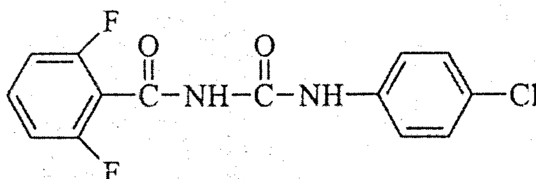
گروهی از ترکیبات فلوئوردار با ممانعت از سنتز کیتین در حشرات باعث مرگ آنها می شوند. این ترکیبات نیز در گروه سموم هورمونی قرار می گیرند. دیمیلین اولین و معروفترین ترکیب متعلق به این گروه می باشد. در زیربه بعضی از این ترکیبات اشاره شده است:

۱- دیفلوبنزورون diflubenzuron

نامهای تجارتی: Dimilin، Kitinex

فرمول مولکولی: $C_{14}H_9CLF_2N_2O_2$

نام شیمیایی: 1-(4-chlorophenyl)3-(2,6-difluorobenzoyl)urea



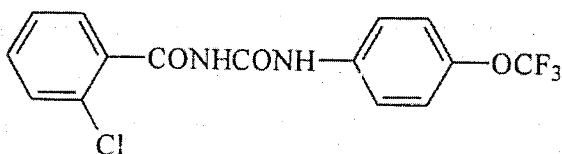
دیفلوبنزورون حشره کشی هورمونی با اثر گوارشی است که تأثیر آن به صورت اختلال در سنتز کیتین در جلد حشرات بوده و مانع از تغییر جلد لاروها و پوره ها می شود. این ترکیب قادر است از تفریخ تخم نیز ممانعت کند. تأثیر این سم بطئی بوده و تدریجاً موجب بدشکلی کوتیکول و نهایتاً مرگ حشره می شود. بهترین زمان مصرف آن روی لاروهای سنین دوم و سوم است، لذا یکبار مصرف سم که با دقت زمان بندی شده باشد، در موقع تعویض جلد لاروی از تشکیل اسکلت خارجی جدید ممانعت کرده و حشره را از پای درمی آورد. از این سم برای کنترل آفات مختلف مانند لارو بالپولکداران و سخت بالپوشان در مزارع، باغها و جنگلکاریها و نیز برای مبارزه با مگس ها در مرغداریها استفاده می شود، اما بر حشرات مکنده و نیز حشرات بالغ چندان مؤثر نمی باشد. به طور کلی این ترکیب به دلیل انتخابی بودن و تجزیه سریع در مجاورت نور و هوا اثر کمی بر دشمنان طبیعی آفات دارد. سمیت دیفلوبنزورون برای انسان و جانوران خونگرم بسیار کم است و LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۴۶۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۲- تریفلومورون triflumuron

نامهای تجارتی: Alsystin، Starycide

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{10}CLF_3N_2O_3$

نام شیمیایی: 1-(2-chlorobenzyl)-3-(4-trifluoromethoxyphenyl)urea



تریفلومورون حشره کشی گوارشی است که تأثیر شدیدی بر لارو گروههای مختلف آفات دارد. از این ترکیب برای کنترل لارو بالپولکداران، دو بالان، سخت بالپوشان و نیز پسیل ها روی درختان میوه، سبزیجات و گیاهان زینتی استفاده می شود. تریفلومورون در مصارف بهداشتی، برای مبارزه با آفاتی نظیر سوسریها نیز کاربرد دارد. سمیت پوستی و گوارشی آن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک بوده و LD_{50} حاد دهانی و پوستی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

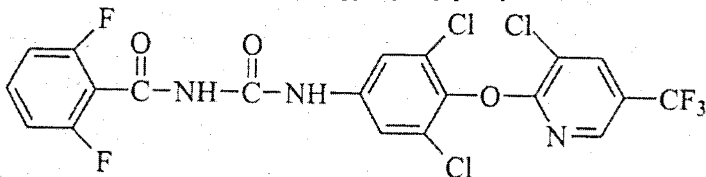
۳- کلرفلوآزورون chlorfluazuron

نامهای تجارتی: Helix ،Atabron

فرمول مولکولی: $C_{20}H_9C_{13}F_5N_3O_3$

نام شیمیایی:

1-[3,5-dichloro-4-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea



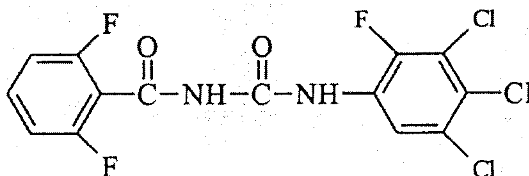
این ترکیب خواصی مشابه با دیفلوبنزورون داشته و مانند آن با ممانعت از تشکیل کیتین در جلد حشرات، موجب مرگ لارو و شفیره و یا تبدیل آنها به حشره کامل غیر متحرک می شود. کاربرد عمده این حشره کش در کنترل لارو پروانه ها و نیز سفید بالک(*Bemisia tabaci*) روی محصولاتی نظیر پنبه و نیز کنترل تریپس ها روی سبزیجات، میوه جات و گیاهان زینتی می باشد. سمیت کلرفلوآزورون برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است و LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۸۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

۴- تفلوبنزورون teflubenzuron

نام تجارتی: Nomolt

فرمول مولکولی: $C_{14}H_6Cl_2F_4N_2O_2$

نام شیمیایی: 1-(3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-diflurobenzoyl)urea



تفلوبنزورون حشره کشی با خاصیت گوارشی است که از سنتز کیتین ممانعت می کند و علاوه بر این، ممکن است باروری حشرات ماده نیز در اثر تماس با این سم و یا بلع آن تحت تأثیر قرار گیرد. از این ترکیب برای کنترل لارو بالپولکداران، سخت بالپوشان، مگسها، مگسهای سفید، زنبورها، پسیلها و سنها روی محصولات مختلف زراعی، زینتی و درختان میوه استفاده می شود. مراحل نابالغ پشه ها و ملخ ها نیز در اثر این سم از بین می روند. سمیت تفلوبنزورون برای انسان و جانوران خونگرم بسیار کم بوده و LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

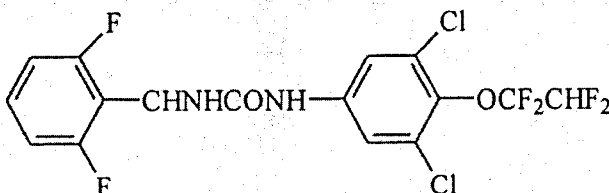
۵- هگزافلومورون hexaflumuron

نام تجارتی: Consult ،Recurit

فرمول مولکولی: $C_{16}H_8Cl_2F_2N_2O_3$

نام شیمیایی:

[3,5-dichloro-4-(1,1,2,2-tetraflurorethoxy)phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea



هگزافلومورون حشره کشی گوارشی با خاصیت سیستمیک است که برای کنترل لارو بالپولکداران، سخت بالپوشان، دوبالان و جور بالان در باغات میوه و روی گیاهان زراعی مانند پنبه و سیب زمینی استفاده می شود. مصرف عمده این ترکیب به صورت طعمه مسموم برای کنترل موریانه های خاکزی است. هگزافلومورون از راه گوارشی و پوستی سمیت بسیار کمی برای انسان و جانوران خونگرم دارد. LD_{50} آن حاد دهانی برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

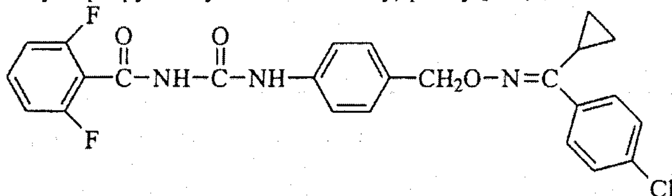
۶- فلوسیکلوگزورون **flucycloxoron**

نام تجارتی: Andalin

فرمول مولکولی: $C_{26}H_{20}ClF_2N_3O_3$

نام شیمیایی:

A-(4-chloro-α-cyclopropylbenzylideneamino-oxy)-*p*-tolyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea



فلوسیکلوگزورون حشره کش و کنه کشی تماسی و گوارشی است که از پوست اندازی در حشرات و کنه ها ممانعت می کند، اما فقط بر تخم و لاروهای فعال مؤثر است و برای کنترل تخم و لارو کنه های Eriophyidae و Tetranychidae روی محصولات متنوع به کار می رود. در بین حشرات نیز روی کرم سیب، مینوزها و لاروهای پیچاننده برگ اثر خوبی دارد. سمیت فلوسیکلوگزورون برای انسان و جانوران خونگرم بسیار کم است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی بیشتر از ۵۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

نحوه تأثیر ترکیبات ممانعت کننده سنتز کیتین

کیتین پلیمری از N-acetylglucosamine بوده و یک جزء مهم و اصلی در جلد بدن حشرات و اغلب بندپایان به شمار می رود. این ماده در جلد حشرات به صورت یک داربست مشبک پرونتیلن های کوتیکول را در خود نگه می دارد. برخی مشتقات پترویل فنیل اوره مانند دیفلوبنزورون و ترکیبات مشابه آن قادرند از تشکیل کیتین در جلد حشرات ممانعت کنند. این ترکیبات به دو روش عمده سنتز کیتین را در جلد حشرات دچار اختلال می کنند:

۱) دسترسی به مواد اولیه لازم و یا مواد فعال کننده آنها را برای ساخت کیتین کاهش می دهند.

۲) از مکانیسمهای مربوط به پلیمریزاسیون مواد اولیه و تشکیل کیتین ممانعت می کنند.

عیب عمده تنظیم کننده های رشد خصوصاً هورمون جوانی این است که مصرف آنها تنها در محدوده خاصی از چرخه زندگی آفت امکان پذیر می باشد، مثلاً هورمون جوانی و آنالوگهای آن را معمولاً فقط می توان روی سن آخر لاروی یا پورگی به کار برد. البته باید اشاره نمود که تقریباً همه ترکیبات آنالوگ هورمون جوانی اولاً دارای دوام کافی بوده و می توانند به طور مؤثری

اکثریت جمعیت آفت را در مرحله حساس تحت تأثیر قرار دهند و ثانیاً تأثیر آنها در نهایت باعث به وجود آمدن اختلالات شدید در بدن حشره و در نتیجه، مرگ آن می باشد.

ث- مواد جلب کننده

موادی هستند که با طعم و بویی که ایجاد می کنند سبب جلب حشرات می شوند. این مواد معمولاً غذای مرجح آفت بوده و سبب جلب آنها می شود. به طور کلی مواد شیمیایی که پیامهای رفتاری را منتقل می کنند Semiochemical نامیده می شوند که این مواد به صورت داخل گونه ای یا بین گونه ای عمل می کنند. نوعی از مواد شیمیایی ارتباط دهنده بین گونه ای، آلومونها هستند که دریافت کننده این مواد از منبع تولید آن دوری می کند. در حالیکه نوع دیگر مواد شیمیایی بین گونه ای که در آن فرد تولید کننده مورد هجوم فرد دریافت کننده قرار می گیرد کایرومون نامیده می شود. حشرات جلب کننده های جنسی را برای جلب جنس مخالف از خود ترشح می نمایند. پس از ترشح این مواد و دریافت آن توسط جنس مخالف، حشره از مسافت دور جلب می شود. فرمونهای جنسی از این گروه به شمار می روند. مثلاً حشره ماده ابریشم باف ناجور با ترشح ۱۰-۱۲ میلی گرم فرمون جنسی، حشره نر را از فاصله ۴۰۰ متری جلب می نماید. امروزه بیش از ۱۵۰۰ نوع فرمون جنسی در دنیای حشرات شناخته شده است که از این تعداد حدود ۳۰۰ نوع به طور مصنوعی ساخته و کاربرد دفع آفاتی پیدا کرده است. از فرمونها برای آگاهی از وجود یا عدم وجود گونه خاصی از حشره، ارائه تقویم مبارزه و قطع جفتگیری در مواردی به عنوان آفت کش استفاده می نمایند.

۱- جلب کننده های تغذیه ای: این مواد غالباً از تجزیه مواد آلی، پروتئینها، اسیدهای هیدرولیز شده و نیز ملاس و مواد قندی مختلف به دست می آیند و دوام کمی دارند. مثال ویژه این گروه از جلب کننده ها، مخلوط شکر و پروپیونیتریل است که برای جلب مگس خانگی به کار می رود. ماده سینگرین موجود در گیاهان خانواده شب بو نیز یک نوع جلب کننده تغذیه ای برای شب پره پشت الماسی (بید کلم) است.

۲- جلب کننده های تخمگذاری: این ترکیبات مواد شیمیایی طبیعی هستند که توسط آنها مکان تخمگذاری حشره ماده مشخص می شود. به طور مثال P- methylacetophenon برای کرم ساقه خوار برنج از این نوع جلب کننده به شمار می رود. آمونیاک نیز اثر جلب کنندگی زیادی در مگس خانگی ماده آماده تخمگذاری دارد. ترکیب 2-Hepanone هم یک جلب کننده تخمگذاری برای مگس میوه مدیترانه است.

در حال حاضر از مواد جلب کننده در مدیریت کنترل آفات برای تحت نظر گرفتن جمعیت آفت و ایجاد اختلال در رفتار تولید مثلی آفت و همچنین در تله های طعمه ای در مبارزه مستقیم استفاده می شود.

مهمترین جلب کننده های حشرات به شرح زیر می باشند:

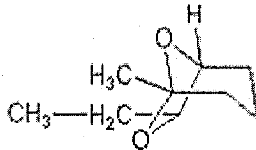
۱- برویکومین (brevicomin)

فرمول مولکولی: $C_9H_{16}O_2$

نام شیمیایی: (1*R*)-*exo*-7-ethyl-5-methyl-6,8-dioxabicyclo[3.2.1]octane

جلب کننده: سوسکهای چوبخوار، *Dendroctonus brevicomis* LeConte (Scolytidae, Coleoptera)

ساختار شیمیایی:



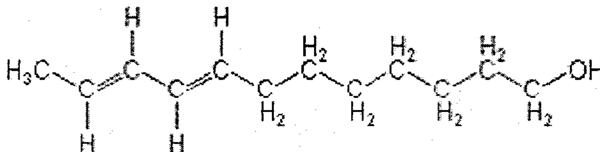
۲- کودللور (codlelure)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{22}O$

نام شیمیایی: (8*E*,10*E*)-dodeca-8,10-dien-1-ol

جلب کننده: کرم سیب *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Tortricidae, Lepidoptera)

ساختار شیمیایی:



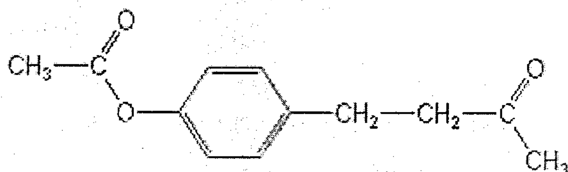
۳- کو ـ لور (cue-lure)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{14}O_3$

نام شیمیایی: *p*-(3-oxobutyl)phenyl acetate

جلب کننده: مگس خربزه، *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Tephritidae, Diptera)

ساختار شیمیایی:



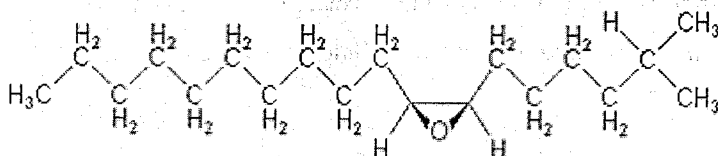
۴- دیسپارلور (disparlure)

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{38}O$

نام شیمیایی: (7*RS*,8*SR*)-7,8-epoxy-2-methyloctadecane

جلب کننده: ابریشم باف ناجور، *Lymantria dispar* (Linnaeus) (Lymantriidae, Lepidoptera)

ساختار شیمیایی:



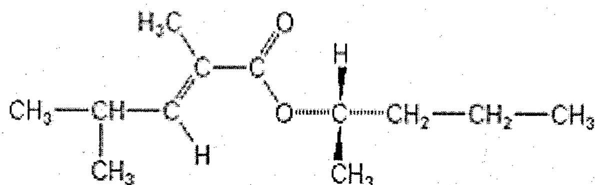
۵- دومینیکالور (dominicalure)

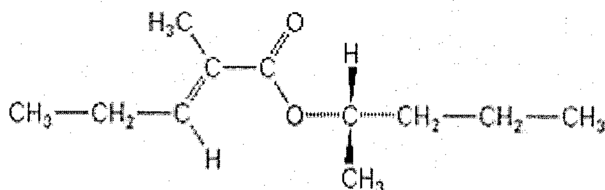
فرمول مولکولی: $C_{12}H_{22}O_2 + C_{11}H_{20}O_2$

نام شیمیایی:

mixture of (*S*)-1-methylbutyl (*E*)-2,4-dimethylpent-2-enoate and (*S*)-1-methylbutyl (*E*)-2-methylpent-2-enoate

جلب کننده: سوسک دندانه دار، *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Bostrichidae, Coleoptera)



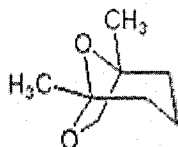


۶- فرونتالین (frontalin)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{14}O_2$

نام شیمیایی: (1*S*)-1,5-dimethyl-6,8-dioxabicyclo[3.2.1]octane

جلب کننده: سوسک چوبخوار، *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Scolytidae, Coleoptera)

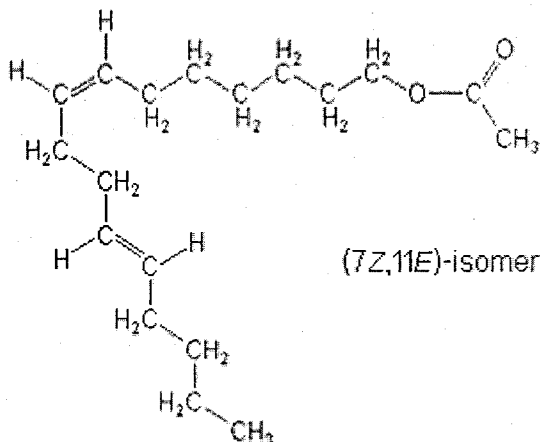


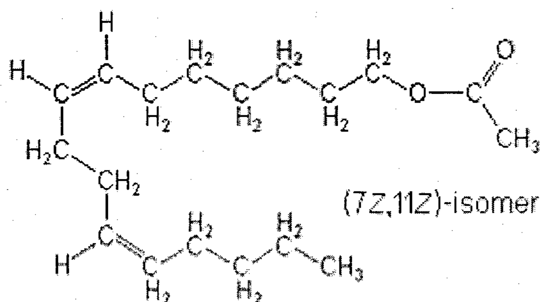
۷- گوسیپلور (gossyplure)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{32}O_2$

نام شیمیایی: 1:1 mixture of (7Z,11*E*)- and (7Z,11*Z*)-hexadeca-7,11-dien-1-yl acetate

جلب کننده: کرم سرخ پنبه، *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Gelechiidae, Lepidoptera)





۸- گرندلور (**grandlure**)

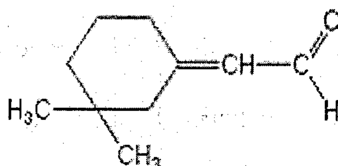
فرمول مولکولی: $C_9H_{15}O + C_{10}H_{18}O + C_{10}H_{18}O$

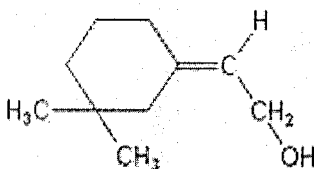
نام شیمیایی:

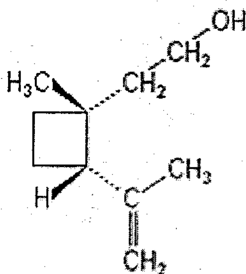
mixture of *cis-trans*-3,3-dimethyl-$\Delta^{1,\alpha}$-cyclohexaneacetaldehyde, *cis*-3,3-dimethyl-$\Delta^{1,\beta}$-cyclohexaneethanol and (1*R*,2*S*)-2-isopropenyl-1-methylcyclobutaneethanol

جلب کننده: سرخرطومی قوزه پنبه، *Anthonomus grandis* Boheman (Curculionidae, Coleoptera)

ساختار شیمیایی:







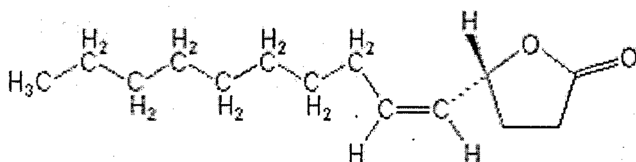
۹- جاپونیلور (**japonilure**)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{24}O_2$

نام شیمیایی: (5*R*)-5-(1*Z*)-1-decenyldihydro-2(3*H*)-furanone

جلب کننده: سوسک ژاپنی، *Popillia japonica* Newman (Scarabaeidae, Coleoptera)

ساختار شیمیایی:



۱۰- لیتلور (litlure)

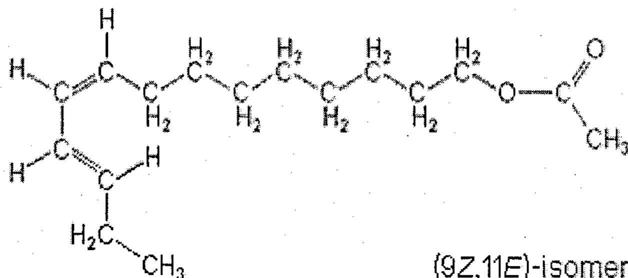
فرمول مولکولی: $C_{16}H_{28}O_2$

نام شیمیایی:

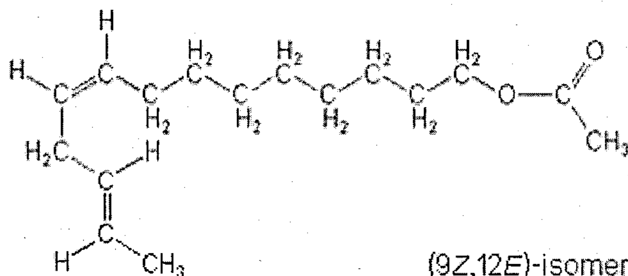
mixture of (9*Z*,11*E*)-tetradeca-9,11-dien-1-yl acetate and (9*Z*,12*E*)-tetradeca-9,12-dien-1-yl acetate

جلب کننده: کرم برگخوار پنبه، *Spodoptera litura* (Fabricius) (Noctuidae, Lepidoptera)

ساختار شیمیایی:



(9*Z*,11*E*)-isomer



(9*Z*,12*E*)-isomer

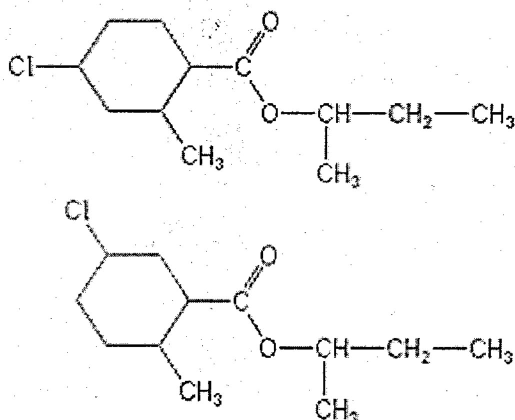
۱۱- مدولور (medlure)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{21}ClO_2$

نام شیمیایی: (*RS*)-*sec*-butyl 4(*or* 5)-chloro-2-methylcyclohexanecarboxylate

جلب کننده: مگس میوه، *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Tephritidae, Diptera)

ساختار شیمیایی:



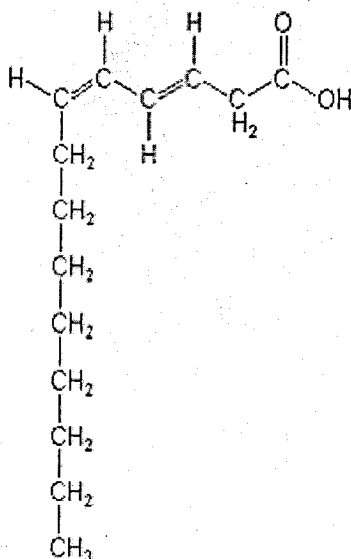
۱۲- اسید مگاتومیک (**megatomoic acid**)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{24}O_2$

نام شیمیایی: (3*E*,5*Z*)-tetradeca-3,5-dienoic acid

جلب کننده: *Attagenus megatoma* (Fabricius) (Dermestidae, Coloptera)

ساختار شیمیایی:



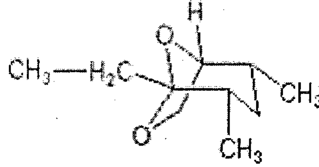
۱۳- آلفا مولتیستریاتین (**α-multistriatin**)

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{18}O_2$

نام شیمیایی: 5-ethyl-2,4-dimethyl-6,8-dioxabicyclo[3.2.1]octane

جلب کننده: *Scolytus multistriatus* (Marsham) (Scolytidae, Coleoptera)

ساختار شیمیایی:



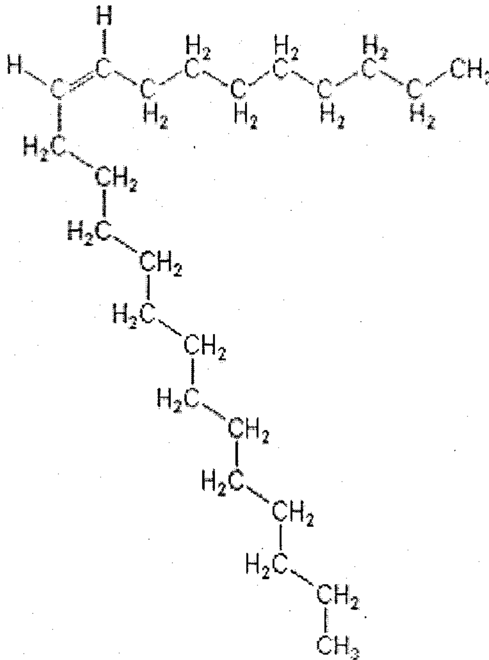
۱۴- موسکالور (muscalure)

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{46}$

نام شیمیایی: (Z)-tricos-9-ene

جلب کننده: مگس خانگی، *Musca domestica* Linnaeus (Muscidae, Diptera)

ساختار شیمیایی:



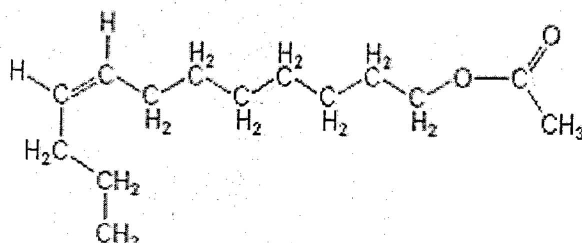
۱۵- اورفرالور (orfralure)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{26}O_2$

نام شیمیایی: (*Z*)-dodec-8-en-1-yl acetate

جلب کننده: کرم آلو، *Grapholita molesta* (Busck) (Tortricidae, Lepidoptera)

ساختار شیمیایی:



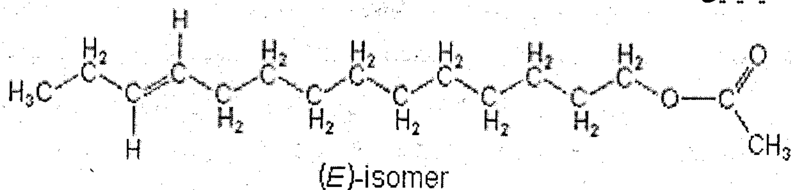
۱۶- اوسترامون (ostramone)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{30}O_2$

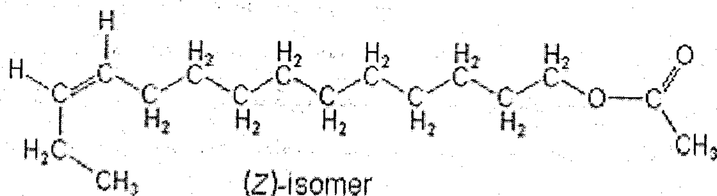
نام شیمیایی: mixture of (*E*)-tetradec-11-en-1-yl acetate and (*Z*)-tetradec-11-en-1-yl acetate

جلب کننده: کرم ساقه خوار ذرت، *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Pyralidae, Lepidoptera)

ساختار شیمیایی:



(*E*)-isomer



(*Z*)-isomer

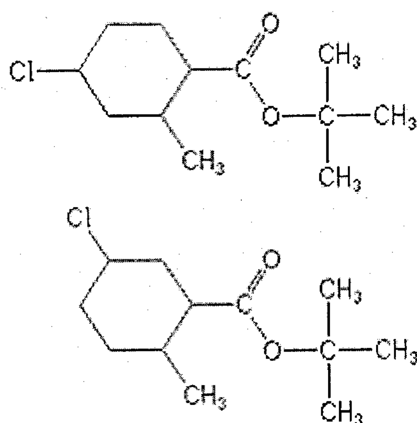
۱۷- تری مدولور (trimedlure)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{21}ClO_2$

نام شیمیایی: *tert*-butyl 4(*or* 5)-chloro-2-methylcyclohexanecarboxylate

جلب کننده: مگس میوه، *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Tephritidae, Diptera)

ساختار شیمیایی:



ج- مواد دور کننده

این مواد با بو و طعم خاص خود باعث دور شدن حشرات می شوند و امروزه از آنها برای دور کردن جوندگان، پرندگان، حشرات و در دفع پشه ها برای جلوگیری از گزیده شدن انسان استفاده می شود. از مواد دور کننده می توان آمینهای حلقوی، مشتقات پیریدین و روزین را نام برد که برای دور کردن حشرات گیاهخوار درختان میوه مورد استفاده قرار می گیرند. برخی از حشره کشها نیز دارای خاصیت دور کنندگی هستند، نظیر گامکسان که برای ممانعت از تغذیه خرگوش بر روی تنه درختان طبق فرمول زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

۱- آب یک لیتر ۲- صابون ۳۵۰ گرم ۳- گامکسان ۷۰ گرم ۴- روغن گیاهی ۱۰۰ سانتیمتر مکعب. (این مخلوط را در پاییز روی تنه درختان می مالند).

امروزه مواد دور کننده را به صورت پماد، خمیر، امولسیون و آئروسول تهیه کرده و به بازار عرضه می نمایند. تاکنون بیش از ۱۵۰۰ ترکیب شیمیایی به عنوان دور کننده معرفی شده است. اگرچه تعداد زیادی از این ترکیبات دارای خاصیت دور کنندگی هستند، ولی در عمل، تنها از تعداد کمی از آنها می توان بهره گیری نمود، زیرا موادی که روی پوست و لباس به عنوان دور کننده پشه ها مورد استفاده قرار می گیرند باید برای انسان غیر سمی، غیر محرک، بی بو، با دوام و غیر قابل تجزیه در برابر نور خورشید باشند. به علاوه این مواد باید در برابر عرق انسان، مالش بدن، شستشو و بارندگی نیز دوام کافی از خود نشان دهند.

در این قسمت به معرفی مواد دور کننده حشرات، پرندگان و پستانداران اشاره می شود:

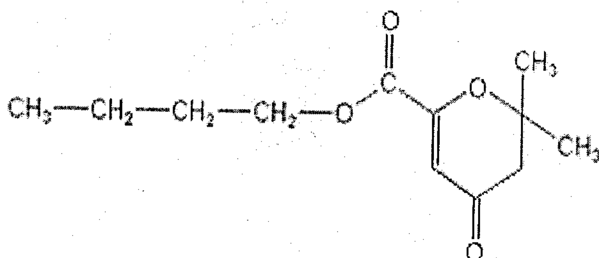
ج-۱- دورکننده های حشرات

۱- بوتوپیرونوکسیل (**butopyronoxyl**)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{18}O_4$

نام شیمیایی: butyl 3,4-dihydro-2,2-dimethyl-4-oxo-2*H*-pyran-6-carboxylate

ساختار شیمیایی:

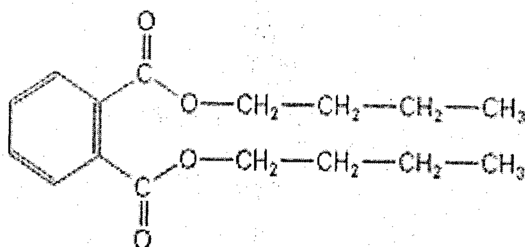


۲- دی بوتیل فتالات (**dibutyl phthalate**)

فرمول مولکولی: $C_{16}H_{22}O_4$

نام شیمیایی: dibutyl phthalate

ساختار شیمیایی:

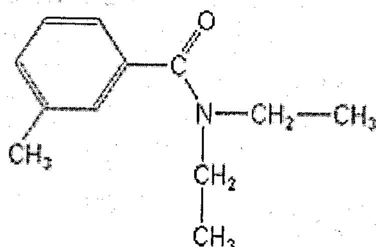


۳- دی اتیل تولوآمید (**diethyltoluamide**)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{17}NO$

نام شیمیایی: *N,N*-diethyl-*m*-toluamide

ساختار شیمیایی:

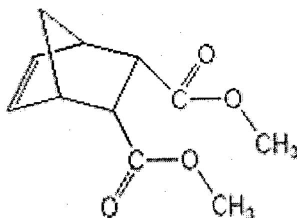


۴- دی متیل کاربات **(dimethyl carbate)**

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{14}O_4$

نام شیمیایی: *rel*-dimethyl (1*R*,2*S*,3*R*,4*S*)-bicyclo[2.2.1]hept-5-ene-2,3-dicarboxylate

ساختار شیمیایی:

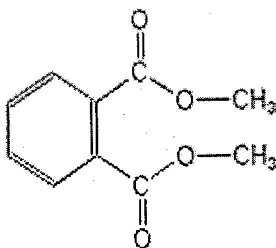


۵- دی متیل فتالات **(dimethyl phthalate)**

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{10}O_4$

نام شیمیایی: dimethyl phthalate

ساختار شیمیایی:

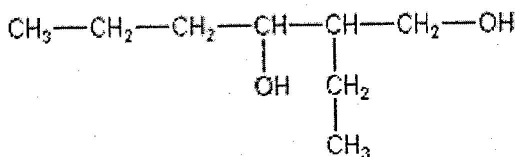


۶- اتوهگزادیول **(ethohexadiol)**

فرمول مولکولی: $C_8H_{18}O_2$

نام شیمیایی: (±)-2-ethylhexane-1,3-diol

ساختار شیمیایی:

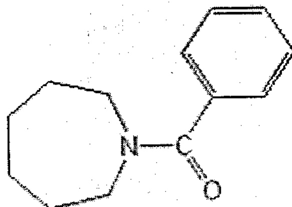


۷- هگزامید (hexamide)

فرمول مولکولی: $C_{13}H_{17}NO$

نام شیمیایی: 1-benzoylperhydroazepine

ساختار شیمیایی:

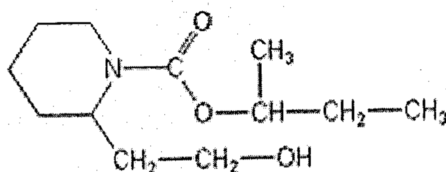


۸- ایکاریدین (icaridin)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{23}NO_3$

نام شیمیایی: (*RS*)-*sec*-butyl 2-(2-hydroxyethyl)piperidine-1-carboxylate

ساختار شیمیایی:

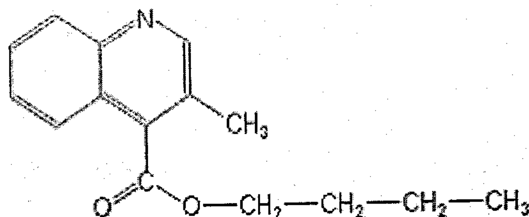


۹- متوکوئین- بوتیل (methoquin-butyl)

رمول مولکولی: $C_{15}H_{17}NO_2$

ام شیمیایی: butyl 3-methylquinoline-4-carboxylate

ساختار شیمیایی:



ز دیگر دورکننده های حشرات می توان به متیل نئودکانامید و اکسامات اشاره نمود.

ج-۲- دورکننده های پستانداران

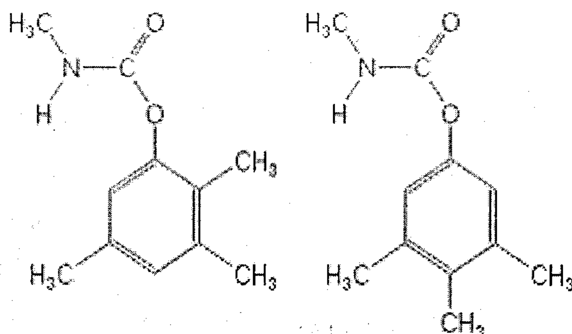
۱- تری متاکارب (**trimethacarb**)

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}NO_2$

نام شیمیایی:

reaction product comprising 3,4,5-trimethylphenyl methylcarbamate and 2,3,5-trimethylphenyl methylcarbamate in a ratio between 3.5:1 and 5.0:1

ساختار شیمیایی:

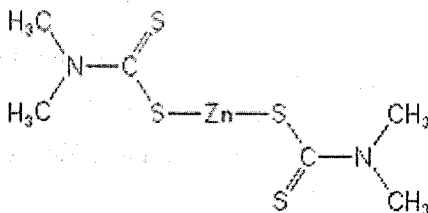


۲- زیرام (**ziram**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}N_2S_4Zn$

نام شیمیایی: zinc bis(dimethyldithiocarbamate)

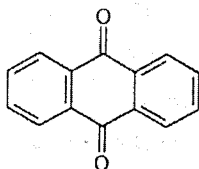
ساختار شیمیایی:



کوپرنفتنات و زینک نفتنات نیز از دیگر دورکننده های پستانداران می باشند.

ج-۳- دورکننده های پرندگان

۱- آنتراکوئینون (**anthraquinone**)



فرمول مولکولی: $C_{14}H_8O_2$

نام شیمیایی: anthraquinone

آنتراکوئینون ترکیب شیمیایی است که موجب بروز حالت گیجی و تهوع در پرندگان خصوصاً کلاغها می شود، اما برای آنها کشنده نبوده و اساساً مانع از تغذیه آنها می شود. این ترکیب به عنوان ماده دور کننده پرندگان از بذور محصولات روغنی نظیر آفتابگردان مورد استفاده قرار می گیرد و علاوه بر این، بذور را نیز در برابر بیماریهای گیاهی محافظت می نماید و قوه نامیه آنها را هم کاهش نمی دهد. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار اندک است.

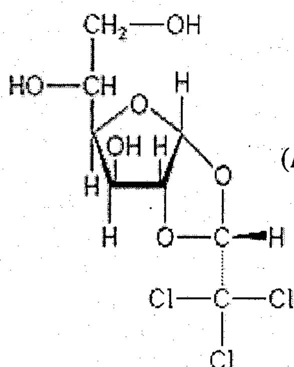
۲- کلرالوس (chloralose)

فرمول مولکولی: $C_8H_{11}Cl_3O_6$

نام شیمیایی:

(*R*)-1,2-*O*-(2,2,2-trichloroethylidene)-α-D-glucofuranose

ساختار شیمیایی:



دیازینون، گوآزاتین، متیوکارب، تیرام، تری متاکارب و زیرام نیز از دیگر ترکیبات دور کننده پرندگان می باشند.

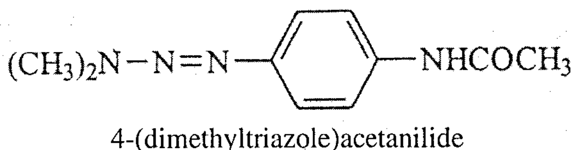
ج-۴- ترکیبات دورکننده ای که مصارف بهداشتی دارند:

این ترکیبات بسیار متنوع و متعدد بوده و معمولاً برای محافظت انسان و دام از حمله حشرات، کنه های خونخوار و ناقلین بیماری استفاده می شوند. برخی از آنها نیز برای محافظت البسه، پوست و خز از حمله حشراتی که از آنها تغذیه می کنند به کار می روند. تعدادی از این ترکیبات عبارتند از: دی متیل فالات (دور کننده پشه های آنوفل، آئدس و کولکس)، ان، ان، دی اتیل ام، تولومید (دورکننده دوبالان و ککها)، ان-بوتیل استانیلید (دورکننده ککها و کنه های دامی).

چ- ضد تغذیه ها

این ترکیبات سبب توقف تغذیه در حشرات می شوند و در افزایش نوعی مقاومت در گیاهان نسبت به آفات به نام عدم ترجیح یا به صورت آنتی زنوز و آنتی بایوز ظاهر می شود. در اینجا بیشتر آنتی بیوز مورد توجه است. برخی از تریازین ها و کارباماتها نیز این خاصیت را دارا می باشند.

تعداد زیادی از مشتقات تریازین دارای ویژگی ضد تغذیه ای هستند. مهمترین عضو این گروه ترکیب 4-(dimethyltriazole)acetanilide می باشد که اولین ماده اشتها بر مورد استفاده در کشاورزی است. این ترکیب برای محافظت پوست تنه درختان در برابر جوندگان و گوزنها روی تنه درختان مالیده می شود. به علاوه، این ماده دارای خواص ضد تغذیه ای برای لارو بالپولکداران و سخت بالپوشان نیز بوده، اما بر شته ها و کنه ها تأثیر ندارد. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم کم است.



4-(dimethyltriazole)acetanilide

از دیگر مواد ممانعت کننده از تغذیه، ترکیبی به نام آزادیراکتین را می توان نام برد که قبلاً خصوصیات آن ذکر شده است. علاوه بر آن می توان به ترکیباتی نظیر کلرودیمفون، فنتین، گوآزاتین و پی متروزین نیز اشاره نمود.

polygodial (-) هم یک ترکیب ضدتغذیه ای برای شته ها است که مانع تشکیل کلونی آنها می شود.

گروهی از ترکیبات ضد تغذیه ای طبیعی بسیار قوی از مشتقات متیلن لاکتون نظیر Schkuhrin و Ajugarin نیز وجود دارند که برای تعداد زیادی از حشرات خواص ضد تغذیه ای دارند.

موارد زیر از جمله موادی هستند که مانع تغذیه حشرات در روی آنها می شوند:

۱- برگ ریزها

موادی هستند که سبب ریزش برگ گیاهان می شوند و امروزه در پنبه کاریها برای ریزش برگها قبل از برداشت محصول مورد استفاده قرار می گیرند. با این کار، ظرف ۴ تا ۵ روز برگها ریزش می کنند و همراه با این عمل رسیدن قوزه ها و بذور تسریع می گردد. در مناطق سرد با استفاده از این مواد می توان ۹۰ در صد محصول را قبل از شروع سرما برداشت نمود. این مواد روی قوه نامیه و کیفیت تارهای پنبه اثر سوء ندارند. در اکثر بوته ها وقتی دو قوزه باز شود عمل ریزش برگها شروع می گردد.

۲- خشک کننده ها

ترکیباتی هستند که خشک شدن تمام یا قسمتی از گیاه را تسریع می نمایند و علاوه بر مزارع پنبه، برای گیاهان علوفه ای که به منظور بذر گیری کشت می شوند و همچنین در مزارع برنج،

چغندرقند، آفتابگردان و عده دیگری از گیاهان قابل استفاده می باشند. این مواد میزان آب را کاهش می دهند که در نتیجه، برداشت بذر بطور مکانیزه بهتر صورت می گیرد و از صدمه دیدن بذور در مدت انبار داری نیز جلوگیری به عمل می آید. از خشک کننده ها می توان در شرایط آب و هوایی سرد و بارندگی زیاد استفاده نمود.

امروزه مواد زیادی به عنوان برگ ریز و خشک کننده مورد استفاده واقع می شوند که برخی از این مواد در زیر شرح داده می شوند:

۲-۱- کلسیم سیانامید

این ترکیب یک برگ ریز بوده و در موقع مصرف آن بهتر است که برگها خیس یا شبنم داشته باشند. در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد بهتر اثر می نماید و در پایینتر از این دما و همچنین دمای خشک نباید آنرا مصرف نمود. در شرایط مناسب پس از استفاده از این ماده، ابتدا برگها زرد و سپس قرمز رنگ شده و در مدت ۱۰-۱۸ روز می ریزند. زمان مصرف ۱۰ روز پس از برداشت محصول می باشد. مصرف بیش از اندازه این ترکیب، کاهش اثرات برگ ریزی را سبب می شود، زیرا در این حالت برگها خشک شده ولی ریزش نمی کنند. LD_{50} آن ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

۲-۲- کلرات منیزیم

این ماده یک خشک کننده و برگ ریز بوده و امروزه بدین منظور در مزارع آفتابگردان، سویا و چغندرقند مورد استفاده قرار می گیرد. دمای مناسب برای مصرف آن ۱۷-۱۸ درجه سانتیگراد است و در دمای پایین تر اثر آن کاهش می یابد. این ماده سیستمیک نبوده، ولی دارای قدرت نفوذ زیادی در برگها می باشد. زمانی که وارد گیاه می شود به صورت نیمه سیستمیک عمل می نماید و نفوذ آن در مدت یک ساعت صورت می گیرد. کلرات منیزیم در شرایط نبود رطوبت و یا شبنم نیز به خوبی در برگها نفوذ می کند و وقتی به طور متوسط دو قوزه در یک بوته باز شده باشد باید آنرا مصرف نمود. این ترکیب باعث توقف یا قطع جریان آب در برگها، ممانعت از عمل فتوسنتز، تجزیه کلروفیل و قطع متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین در گیاه می شود. همچنین مصرف بیش از اندازه آن باعث خشک شدن برگها شده، ولی ریزش آنها را سبب نمی شود. LD_{50} آن ۶۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۲-۳- کلراید ـ کلرات کلسیم

این ترکیب به صورت محلول بوده و به عنوان خشک کننده و برگ ریز مصرف می شود. از نظر فیزیولوژیکی، اثر آن روی برگ گیاهان نظیر کلرات منیزیم است، ولی در شرایط مساوی بطئی تر عمل کرده و باز شدن بطئی قوزه ها را به دنبال دارد. زمان مصرف آن هنگامی است که ۱-۴

قوزه باز شده باشد و میزان مصرف آن نیز ۲۰–۳۰ کیلوگرم در هکتار می باشد؛ اما هنگامی که به عنوان خشک کننده مصرف می گردد باید ۵۰ درصد قوزه ها باز شده باشند و در این صورت میزان مصرف ۴۰–۵۰ کیلوگرم در هکتار خواهد بود. LD_{50} آن ۱۱۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است.

۲-۴- دی کوات

یک خشک کننده است که در مزارع چغندرقند بذری در موقعی که ۳۰ تا ۴۰ درصد بذور قهوه ای رنگ شده باشند به مقدار ۵ تا ۱۰ کیلوگرم مصرف می شود. در زراعت یونجه بذری نیز یک هفته قبل از برداشت به مقدار ۲ تا ۴ کیلوگرم در هکتار مصرف می گردد.

ح- جلوگیری کننده از رشد

موادی هستند که باعث کند شدن رشد گیاهان شده و در نتیجه کوتاه ماندن ارتفاع گیاه و کم شدن شاخ و برگ آن را سبب می شوند. این مواد در آب محلول بوده و به سرعت در گیاه نفوذ می نمایند. از این گروه ترکیبات می توان Chlorcholine Chloride (CCC) به نامهای Chlormequat Chloride (Cycocel,C5H13C12N) را نام برد. این مواد بیشتر در روی غلات به منظور جلوگیری از رشد و ورس به کار می روند، زیرا ورس باعث کاهش محصول به میزان ۲۵ تا ۳۰ درصد و همچنین مانع برداشت محصول با کمباین می شود. مقدار مصرف این مواد ۲ تا ۴ کیلوگرم در هکتار می باشد. در سمپاشی زمینی مقدار سمپاشی ۲۰ تا ۵۰ لیتر در هکتار و در عملیات هوایی ۲۵–۵۰ لیتر در هکتار می باشد.

زمان مصرف آنها موقع پنجه زنی گیاه، شروع رشد ساقه و زمانی است که ارتفاع گیاه به ۱۵ تا ۲۵ سانتیمتر برسد. کاربرد ترکیبات فوق مخصوصاً Chlorcholine chloride مقاومت غلات را به خشکی، شوری، تغییرات دما و برخی از بیماریها نیز افزایش می دهد.

این مواد اثرات سوئی روی گیاهان نداشته و هیچگونه باقی مانده ای نیز ندارند، به طوری که ۲/۵ تا ۳ هفته پس از مصرف کاملاً تجزیه شده و از بین می روند.

فصل چهاردهم

ترکیبات شیمیایی عقیم کننده

عقیم کننده ها

یکی از روشهای کنترل جمعیت آفات، روش عقیم سازی است که خود به صور مختلفی از جمله نرعقیمی و با استفاده از مواد شیمیایی مختلف و نیز مواد پرتوزا انجام می گیرد. استفاده این روش زمانی که در مبارزه با مگس دام (*Cochliomyia hominivorax*) در آمریکا با موفقیت انجام شده است. در این روش حشرات نر در مرحله شفیرگی با مواد شیمیایی عقیم کننده و یا مواد پرتوزا تماس داده شده و سپس حشرات عقیم شده را در سطوح بسیار وسیع، در محدوده پراکنش آفت رهاسازی می شوند. پس از جفتگیری این حشرات عقیم با حشرات سالم در طبیعت تخمها تشکیل نمی شود و در صورت تولید شدن، عقیم خواهند بود. بدین صورت به شدت از جمعیت آفت کاسته خواهد شد.

اکثر عقیم کننده ها جزء مواد بسیار سمی و خطرناک محسوب می شوند و دارای اثرات موتاسیون زایی، ناهنجاریزایی و سرطانزایی می باشند.

این مواد بر حسب نوع ماده به یکی از صور زیر به وجود می آیند:

۱- با ایجاد صدمه روی کرموزومها سبب به وجود آمدن موتاسیونهای کشنده در اسپرم افراد نر و تخمکهای کامل افراد ماده می شوند.

۲- سلولهای جنسی را در مراحل اولیه تقسیم از بین می برند.

۳- باعث غیر فعال شدن اسپرمها می شوند.

٤- حشرات ماده تحت تأثیر این مواد ممکن است قدرت تخمگذاری خود را از دست بدهند.

عقیم کننده ها در یک منطقه ممکن است جمعیت آفت را در دوره های زمانی خاصی کاهش ندهند و در نتیجه، آفت خسارت خود را وارد نماید و یا ممکن است در بلند مدت اثر نمایند. اگر کاربرد مواد عقیم کننده به طور توأم و یا بعد از سمپاشی صورت گیرد، روی جمعیت آفت اثر کاهش دهنده بارزی خواهد داشت.

مواد عقیم کننده از نظر طرز عمل به دو دسته تقسیم می شوند:

الف- مواد ضد متابولیسمی

مواد ضد متابولیسمی از طریق گوارشی عمل می کنند و حشرات ماده در اثر تغذیه از آنها قدرت تخمگذاری خود را از دست می دهند. حداقل مقدار مصرف این مواد در طعمه های مسموم ۰/۰۰۲۵ درصد می باشد. مواد ضد متابولیسمی برای انسان و حیوانات خونگرم بسیار سمی و خطرناک بوده و روی جنین نیز باعث ایجاد موتاسیون می شوند، به همین دلیل برای مصرف آنها محدودیت شدیدی وجود دارد.

مواد ضد متابولیسمی عمدتاً در گروه اسید فولیک قرار دارند و از جمله آنها می توان متوترکسات و آمینوپترین را نام برد که از نظر ساختمان شیمیایی به اسید فولیک نزدیک هستند. این مواد در غلظتهای ۰/۰۵ تا ۱ درصد مگسهای خانگی، مگس گوشت و مگس سرکه را تا ۹۹/۵ درصد عقیم می کنند.

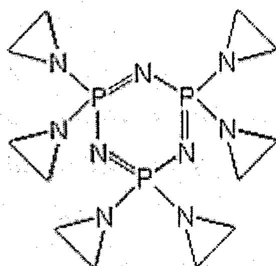
ب- مواد صدمه زننده به DNA

این مواد روی حشرات دارای خاصیت گوارشی و تماسی بوده و روی کروموزمهای DNA صدمه وارد می نمایند. تأثیر این مواد بیشتر روی نرها است که با تأثیر روی کروموزمهای جنسی سبب پارگی آنها می شوند؛ همچنین این ترکیبات روی تخمهای تشکیل شده نیز اثر سوء می گذارند.

این ترکیبات بدون اینکه به قدرت جنسی نرها لطمه وارد نمایند باعث عقیم شدن بسیاری از حشرات و کنه ها شده و طول عمر آنها را نیز کاهش می دهند.

ترکیباتی نظیر ترتامین و تایپوتپ سبب عقیمی افراد ماده می شوند. این ترکیبات برای انسان و حیوانات خونگرم بسیار خطرناک بوده و مشابه مواد ضد متابولیسمی عمل می کنند. کاربرد محلول ۱ درصد تیوتپ تا ۸۵ درصد جمعیت شب پره گاما را در نسل بعد کاهش می دهد و محلول آفولات به نسبت ۳ درصد تا ۱/۵ درصد و ترتامین به نسبت ۰/۰۵-۰/۱ درصد نیز اثرات مشابهی دارند.

از این گروه موادی نظیر تپا یا آفوکساید، متپا یا متافوکساید، ترکیبات گوگرد دار نظیر تیوتپ یا سولفوتپ تحت نام تجاری بلادافوم و همچنین ترتامین و آفولات را می توان نام برد.



۱- آفولات (apholate)

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{24}N_9P_3$

نام شیمیایی:

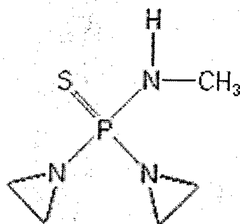
2,2,4,4,6,6-hexakis(1-aziridinyl)-2,2,4,4,6,6-hexahydro-1,3,5,2,4,6-triazatriphosphorine

۲- بیسازیر (bisazir)

فرمول مولکولی: $C_5H_{12}N_3PS$

نام شیمیایی: *P,P*-bis(aziridin-1-yl)-*N*-methylphosphinothioic amide

ساختار شیمیایی:

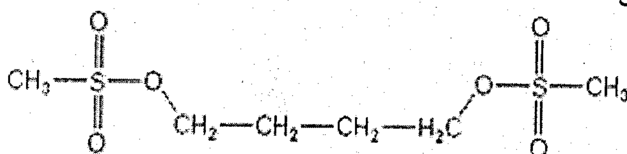


۳- بوسولفان (**busulfan**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{14}O_6S_2$

نام شیمیایی: tetramethylene di(methanesulfonate)

ساختار شیمیایی:

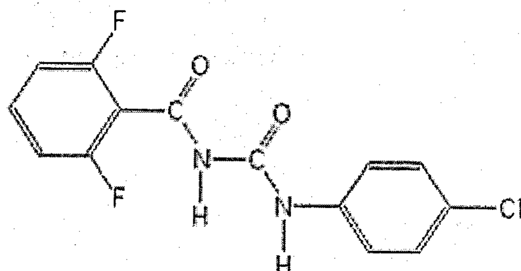


۴- دیفلوبنزورون (**diflubenzuron**)

فرمول مولکولی: $C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$

نام شیمیایی: 1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

ساختار شیمیایی:

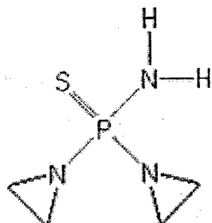


۵- دیماتیف (**dimatif**)

فرمول مولکولی: $C_4H_{10}N_3PS$

نام شیمیایی: *P,P*-bis(aziridin-1-yl)phosphinothioic amide

ساختار شیمیایی:

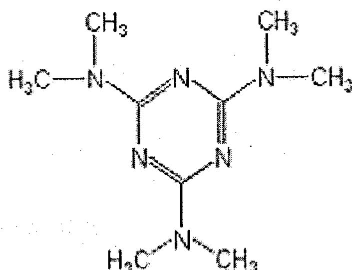


۶- همل (**hemel**)

فرمول مولکولی: $C_9H_{18}N_6$

نام شیمیایی: N^2,N^2,N^4,N^4,N^6,N^6-hexamethyl-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine

ساختار شیمیایی:

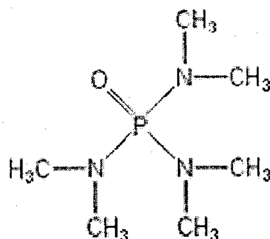


۷- همپا (**hempa**)

فرمول مولکولی: $C_6H_{18}N_3OP$

نام شیمیایی: hexamethylphosphoric triamide

ساختار شیمیایی:

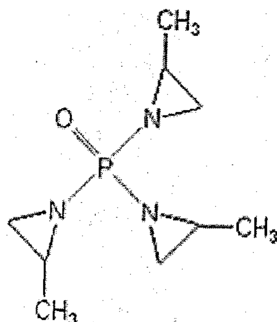


۸- متپا (**metepa**)

فرمول مولکولی: $C_9H_{18}N_3OP$

نام شیمیایی: tris(2-methyl-1-aziridinyl)phosphine oxide

ساختار شیمیایی:

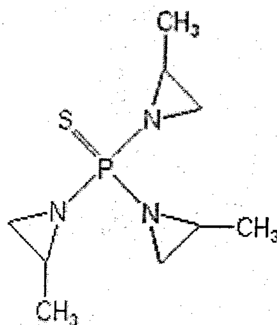


۹- متیوتپا (methiotepa)

فرمول مولکولی: $C_9H_{18}N_3PS$

نام شیمیایی: tris(2-methyl-1-aziridinyl)phosphine sulfide

ساختار شیمیایی:



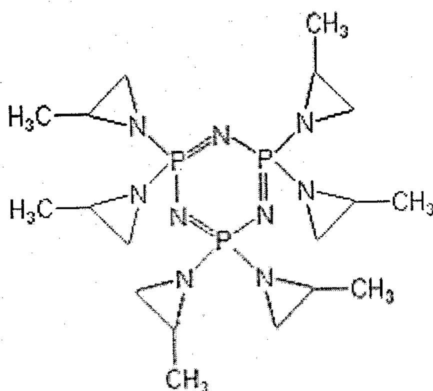
۱۰- متیل آفولت (methyl apholate)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{30}N_9P_3$

نام شیمیایی:

2,2,4,4,6,6-hexahydro-2,2,4,4,6,6-hexakis(2-methyl-1-aziridinyl)-1,3,5,2,4,6-triazatriphosphorine

ساختار شیمیایی:

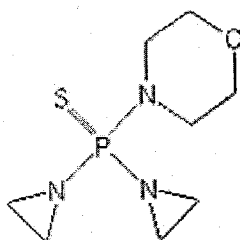


۱۱- مورزید (morzid)

فرمول مولکولی: $C_8H_{16}N_3OPS$

نام شیمیایی: 4-[bis(aziridin-1-yl)phosphinothioyl]morpholine

ساختار شیمیایی:

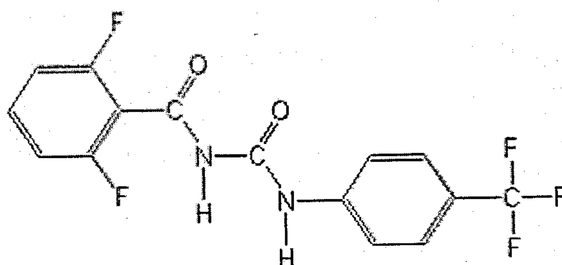


۱۲- پنفلورون (penfluron)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_9F_5N_2O_2$

نام شیمیایی: 1-(2,6-difluorobenzoyl)-3-(α,α,α-trifluoro-*p*-tolyl)urea

ساختار شیمیایی:

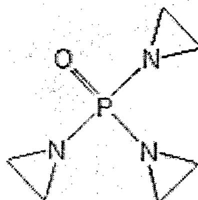


۱۳- تپا (tepa)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}N_3OP$

نام شیمیایی: phosphoric tri(ethyleneamide)

ساختار شیمیایی:

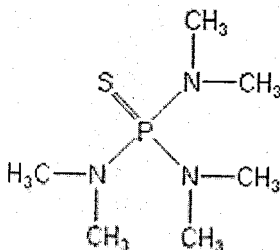


۱۴- تیوهمپا (thiohempa)

فرمول مولکولی: $C_6H_{18}N_3PS$

نام شیمیایی: hexamethylphosphorothioic triamide

ساختار شیمیایی:

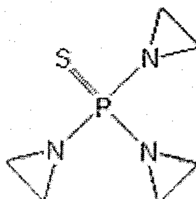


۱۵- تیوتپا (thiotepa)

فرمول مولکولی: $C_6H_{12}N_3PS$

نام شیمیایی: phosphorothioic tri(ethyleneamide)

ساختار شیمیایی:

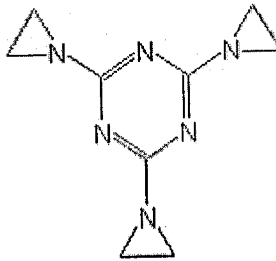


۱۶- ترتامین (tretamine)

فرمول مولکولی: $C_9H_{12}N_6$

نام شیمیایی: 2,4,6-tri(aziridin-1-yl)-1,3,5-triazine

ساختار شیمیایی:

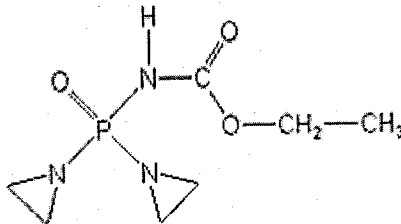


۱۷- اوردپا (uredepa)

فرمول مولکولی: $C_7H_{14}N_3O_3P$

نام شیمیایی: ethyl [bis(1-aziridinyl)phosphinyl]carbamate

ساختار شیمیایی:



فصل پانزدهم

سینرژیست

و

آنتاگونیست

مواد کمکی و همراه آفت کشها

این دسته از مواد، ترکیباتی هستند که یا در موقع فرموله کردن سموم به کار می روند و یا در مخازن سم پاشها، به محلول رقیق شده اضافه می شوند تا اختلاط و کاربرد سموم را آسان کرده و گاهی خاصیت چسبندگی و یا خاصیت آفت کشی آنها را تقویت نمایند.

الف- سینرژیست ها

کلمه سینرژیسم ریشه یونانی دارد و به معنی با هم کار کردن است، این اصطلاح در مورد ترکیبات شیمیایی مخلوط یا دو ترکیب بکار می رود و در صورتی که خاصیت فیزیولوژیک این مخلوط بیش از جمع خواص فیزیولوژیک هر کدام از آن ترکیبات به تنهایی باشد، می گویند سینرژیسم صورت گرفته است.

سمیت تعدادی از حشره کشها به ویژه سموم پیرترینی با اضافه کردن این ترکیبات که ممکن است کاملاً غیر سمی باشند شدیداً افزایش می یابد.

اکثر سینرژیستهای سموم پیرترینی دارای گروه فعال متیل دی اکسی فنیل هستند. پدیده سینرژیسم علاوه بر حشره کشها در مورد قارچ کشها، داروهای آنتی بیوتیک و علفکشها نیز اتفاق می افتد و از این پدیده برای تشدید خاصیت سمی آنها نیز استفاده می شود.

سینرژیستها عموماً گران قیمت هستند و در مورد آفات کشاورزی کمتر به کار رفته و یا اصلاً به کار نمی روند، ولی در بهداشت و مبارزه با حشرات ناقل بیماریها از آنها استفاده می شود.

نحوه ظهور پدیده سینرژیسم

به طور کلی ظهور پدیده سینرژیسم در چهار طریق زیر اتفاق می افتد:

۱- ترکیبات سینرژیست ممکن است خواص فیزیکی مخلوط از قبیل کشش سطحی، قابلیت حل، مقدار تبخیر و ابعاد ذرات را تغییر دهند.

۲- ممکن است خواص شیمیایی مخلوط را تغییر دهند (مثلاً آزاد کردن یک ترکیب مؤثر از یک ترکیب غیر مؤثر، یا تغییر pH جهت به دست آوردن حداکثر عمل فیزیولوژیکی آن).

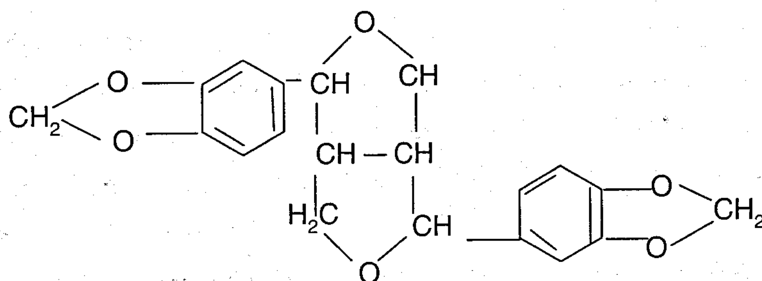
۳- تغییر قابلیت نفوذ غشاء سلولی یا کوتیکول حشرات.

٤- ممکن است باعث از بین رفتن اجسامی شوند که به طور طبیعی از عمل سمی یک ترکیب مؤثر در حشرات جلوگیری می کنند.

در این قسمت تعدادی از سینرژیستها به شرح ذیل معرفی می شوند:

۱- سزامین (sesamin)

سزامین یکی از اجزاء اصلی و مؤثر روغن کنجد بوده و در سال ۱۹٤۹ به عنوان تشدید کننده اثر سمی پیرترین طبیعی یا پیرتروم شناخته شده است. این ترکیب به صورت صمغ و روغن کریستاله می باشد.



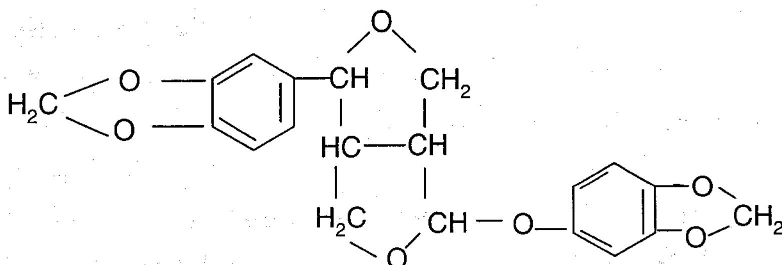
۲- سزامولین (sesamolin)

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{18}O_7$

نام شیمیایی:

(1*R*,3a*R*,4*S*,6a*R*)-4-(1,3-benzodioxol-5-yl)perhydrofuro[3,4-*c*]furan-1-yl 1,3-benzodioxol-5-yl ether

یکی دیگر از بخشهای مهم روغن کنجد است که به شکل کریستاله نبوده و اثر بیشتری نسبت به سزامین دارد. این ترکیب یکی از سینرژیستهای پیرترین طبیعی می باشد.



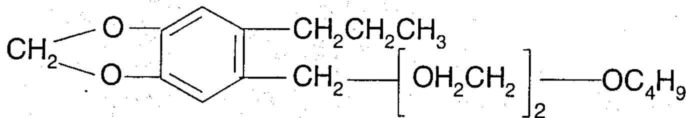
۳- پی پرونیل بوتوکساید (piperonyl butoxide)

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{30}O_5$

نام شیمیایی: 5-[2-(2-butoxyethoxy)ethoxymethyl]-6-propyl-1,3-benzodioxole

این ترکیب رایج ترین سینرژیستی است که با سموم پیرتروئیدی، روتنون و کارباماتی به کار می رود و در سال ۱۹٤۷ معرفی شده است. این ماده می تواند خاصیت حشره کشی پیرترین را ۱۰

برابر افزایش دهد و این حالت زمانی اتفاق می افتد که با پیرترین به نسبت ۱ به ۱۰ مخلوط گردد. این سینرژیست در مواد نفتی و گاز فرئون به خوبی حل می شود و لذا از آن در تهیه آئروسول ها نیز استفاده می گردد. LD_{50} آن از طریق دستگاه گوارش برای خرگوش بین ۷۵۰۰-۱۲۸۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و برای موش صحرایی ۱۱۵۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم وزن بدن است.

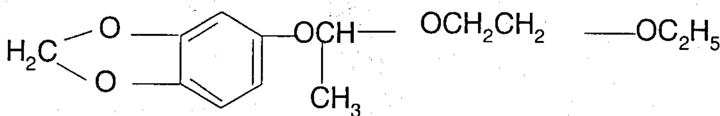


۴- سزامکس یا سزوکسان (sesamex)

فرمول مولکولی: $C_{15}H_{22}O_6$

نام شیمیایی: (*RS*)-5-{1-[2-(2-ethoxyethoxy)ethoxy]ethoxy}-1,3-benzodioxole

سزامکس یک سینرژیست با طیف تأثیر وسیع است که نه تنها روی پیرترینها، بلکه روی سموم کارباماتی و برخی از سموم فسفره و کلره نیز دارای اثر سینرژیستی مطلوبی می باشد؛ به عنوان مثال این ماده روی آلترین بهتر از پی پرونیل بوتوکساید عمل می نماید که این ترکیب در شرایط آزمایشگاهی اثر سیستم آنزیمی MFO (Mixed-Function Oxidase) را مهار می کند.

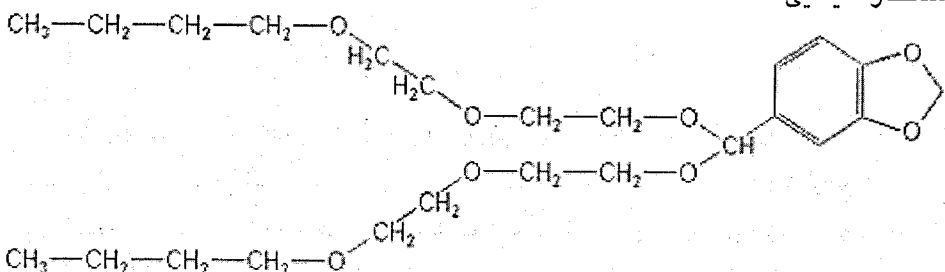


۵- پی پروتال (piprotal)

فرمول مولکولی: $C_{24}H_{40}O_8$

نام شیمیایی: 5-{bis[2-(2-butoxyethoxy)ethoxy]methyl}-1,3-benzodioxole

ساختار شیمیایی:

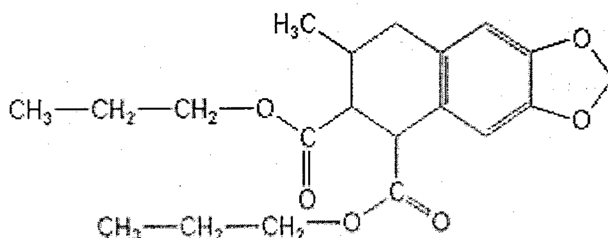


۶- پروپیل ایزوم (propyl isome)

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{26}O_6$

نام شیمیایی: dipropyl 5,6,7,8-tetrahydro-7-methylnaphtho[2,3-*d*]-1,3-dioxole-5,6-dicarboxylate

ساختار شیمیایی:

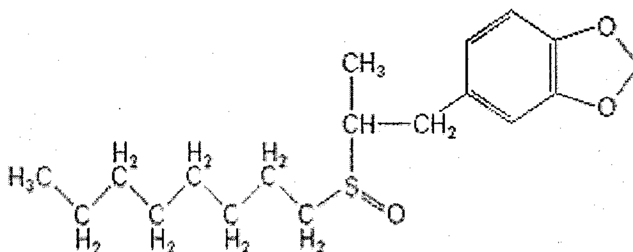


۷- سولفوکساید (sulfoxide)

فرمول مولکولی: $C_{18}H_{28}O_3S$

نام شیمیایی: (*RS*)-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-1-methylethyl octyl sulfoxide

ساختار شیمیایی:



ضریب سمیت یا نسبت سینرژیسم برای سینرژیستهای فوق عبارت است از:

$$K = \frac{LD_{50}\ \text{ماده سمی}}{LD_{50}\ \text{ماده سمی + سینرژیست}}$$

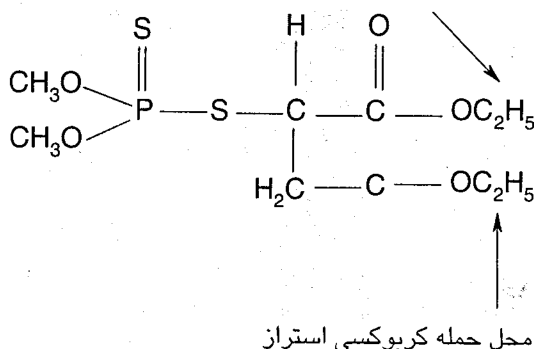
سینرژیسم زمانی واقع شده است که ضریب سمیت (K) بزرگتر از یک باشد اما اگر K کوچکتر از یک باشد آنتاگونیسم اتفاق افتاده است. حالت ضد سینرژیسم را آنتاگونیسم گویند. در مورد سمومی نظیر پیرترینها که به اکسیداسیون حساس هستند، سینرژیستها با مهار سیستم آنزیمی MFO سمیت ماده سمی را افزایش می دهند.

به طور کلی موادی نظیر پی پرونیل بوتوکساید، سزامین و سزوکسان به صورت سینرژیست در روی سموم کارباماتی و پیرترینها عمل کرده و سبب تشدید خاصیت سمی آنها می گردند.

DEF: یک سم تیوفسفات است که دارای خاصیت مهار کنندگی شدید بر روی استرازها بوده و لذا می توان از آن به عنوان سینرژیست در سمومی که استرازها در تجزیه آنها نقش دارند استفاده نمود.

به طور کلی در هر سمی که دارای عامل کربوکسی (COOR) باشد و آنزیمهای کربوکسی استراز آن را تجزیه نماید، DEF به عنوان سینرژیست، کربوکسی استرازها را بلوکه کرده و در نتیجه، پدیده سینرژیسم ظاهر می شود.

مثال: مالاتیون کربوکسی استراز:



DEM: دی اتیل مالات مهار کننده قوی سیستم آنزیمی گلوتاتیون S- ترانسفراز است. این آنزیم در متابولیسم سمومی نظیر پاراتیون دخالت دارد و با مهار این آنزیم می توان اثر سمومی نظیر پاراتیون را افزایش داد.

ب- آنتاگونیسم

وقتی خاصیت فیزیولوژیکی مخلوط دو ترکیب، کمتر از مجموع اثر هر کدام از آنها باشد آنتاگونیسم اتفاق می افتد. مثلاً اگر تری کلروفون را با EPN مخلوط کنیم پدیده آنتاگونیسم روی می دهد.

ج- مواد خیس کننده و پخش کننده

هرگاه حشره کشی به صورت محلول یا یکی از حلالهای آلی بر روی گیاهان و یا حشرات پاشیده می شود، لایه ای سمی روی سطح سمپاشی شده تشکیل می گردد که به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- خواص فیزیکی و شیمیایی محلول سمی

۲- خواص فیزیکی سطح سمپاشی شده

از نظر فیزیکی، یک ماده حشره کش خوب باید دارای خاصیت خیس کنندگی و پخش کنندگی باشد. در واقع یک ماده سمی با خاصیت خیس کنندگی خود نیروهای کشش سطحی را خنثی نموده و مانع گلوله شدن قطرات سمی می شود.

فصل شانزدهم

حشره کشهای میکروبی

حشره کشهای میکروبی

حشره کشهای میکروبی شامل ویروسها، باکتریها، پروتوزوئرها، قارچها، ریکتسیاها، نماتدهای بیماریزا و فرآورده های تولید شده آنها می باشد. کاربرد میکروارگانیسمهای بیماریزا در کنترل حشرات، کنه های گیاهی و حتی مهره داران زیان آور، از بهترین و پیشرفته ترین روشهای سازگار با محیط زیست است. مزیت عمده آفت کشهای میکروبی در ویژگی بی خطر بودن آنها برای گونه های غیر هدف می باشد. در بعضی موارد قدرت تکثیر این میکروارگانیسمها، آنها را به صورت یک حشره کش پایدار در می آورد. برخی از آنها ممکن است سبب شیوع بیماریهای مستمر و پایداری در جمعیت حشرات شوند و گاهی نیز ممکن است به ندرت ایجاد بیماری نمایند. همچنین بعضی از این عوامل بیماریزا ممکن است برای میزبان خود بسیار خطرناک بوده و سبب مرگ و میر شدید آن شوند، در حالی که امکان دارد بقیه تنها اثرات مزمن ایجاد نمایند.

این عوامل بسیار متنوع هستند، اما با این حال هنوز تعداد کمی از آنها به عنوان حشره کش در سطح وسیع و تجارتی بکار رفته اند و تعداد کثیری نیز وجود دارند که در سطح تجارتی قابل بهره برداری هستند، ولی هنوز به خوبی شناخته نشده اند و یا بطور کلی اطلاعاتی در مورد آنها وجود ندارد. سموم میکروبی که اغلب شامل فراورده های تولید شده از باکتری BT یا *Bacillus thuringiensis* می باشند تنها یک درصد بازار آفت کشها را به خود اختصاص داده اند.

نحوه انتقال انتموپاتوژنها

یکی از راههای انتقال عامل انتموپاتوژنها بلعیده شدن آنها توسط حشرات آفت است. ولی برخی از آنها نظیر قارچها و برخی نماتدها می توانند مستقیماً از پوست حشرات عبور کنند بنابراین نیازی به بلعیدن آنها نمی باشد. به علاوه، بسیاری از عوامل بیماریزا نیز می توانند از حشره ماده آلوده به تخم، و از تخم نیز به نتاج منتقل شوند. به حالتی که انتقال بیماری در تخمدان رخ می دهد و عامل بیماریزا وارد تخم حشره می شود اصطلاحاً Transovarian transmission گفته می شود. ممکن است تخم حشرات تنها به صورت خارجی، یعنی در نتیجه ترشحات آلوده غدد ضمیمه دستگاه تناسلی ماده به پاتوژن آلوده شوند که حشرات تازه خارج شده از تخم در اثر بلعیدن این عوامل آلوده می شوند. بعضی بیماری ها نیز ممکن است توسط تخم ریز زنبورهای انگل از یک حشره آلوده به حشره دیگر انتقال پیدا کند.

برخی از عوامل پاتوژن از تخصص میزبانی برخوردارند و تنها یک یا چند گونه حشره را آلوده می کنند، اما بعضی دیگر طیف میزبانی وسیعی داشته و قادرند بسیاری از حشرات را آلوده نمایند. باکتری *Bacillus thuringiensis* لارو بسیاری از بالپولکداران، بعضی ویروسهای

حشرات نسبتاً اختصاصی عمل می کنند ولی قارچهای جنس *Metarhizium* و *Beauvaria* حشرات راسته های مختلف را آلوده می نمایند.

عوامل مؤثر در پایداری انتموپاتوژنها در طبیعت

۱- نور خورشید

نور خورشید یکی از عوامل کاهش دوام انتموپاتوژنها در طبیعت می باشد به طوری که نیمه عمر اسپور پروتوزوئر *Nosema* در نور طبیعی کمتر از چهار ساعت می باشد. اسپورهای اکثر قارچها کمتر از دو روز و اسپورهای باکتری *B. thuringiensis* کمتر از سه روز در معرض نور خورشید دوام می آورند. ویروسهای گرانول (GV) در کنترل لارو سفیده کلم، *Pieris brassicae* به مدت ۱۰ دقیقه در ۷۰ درجه، ۶۰ دقیقه در ۶۵ درجه و یا ۲۴ ساعت در ۶۰ درجه سانتیگراد غیر فعال می شوند. این ویروسها قادرند به مدت ۵ روز در دمای ۵۰ درجه،۲۰ روز در دمای ۴۰ درجه و ۶ ماه در انبار در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد فعال باقی بمانند.

۲- رطوبت نسبی

نماتدهای جنس *Steinernema* در رطوبت نسبی بالا بهتر دوام می آورند. اسپورهای اکثر قارچها در رطوبت نسبی زیر ۹۰ درصد جوانه نمی زنند، در حالی که رطوبت بالا درصد جوانه زنی اسپورهای قارچها و در نتیجه قدرت آلوده سازی پاتوژن را افزایش می دهد. اما عموماً رطوبت بالا دوام اسپورها را کاهش می دهد. برای مثال رطوبت زیاد سبب جوانه زنی قسمت اعظم اسپورهای قارچ می شود، در حالی که حشره میزبان وجود نداشته و یا در مرحله غیر حساس به عامل بیماریزا به سر می برد. خشکی مطلق قدرت آلوده سازی اسپورهای پروتوزوئر *Nosema algerae* را از بین می برد، اما بسیاری از پروتوزوئرهای شاخه Microsporidia می توانند خشکی پایدار را به مدت طولانی سپری نمایند. رطوبت نسبی و آب معمولاً تأثیری روی دوام ویروسها یا باکتری های اسپورزا نمی گذارند، اما در مورد برخی نماتدها، پروتوزوئرها و قارچها تأثیر زیادی دارند.

استقرار یک پاتوژن در محیط تا حدی بقای آن را تحت تأثیر قرار می دهد. اکثر پاتوژنها قادرند در خاک به مدت بیشتری، نسبت به زمانی که روی شاخ و برگ گیاهان هستند دوام پیدا کنند، زیرا خاک آنها را از نور مستقیم خورشید، خشکی و حرارت محافظت می کند. خاک مخزن طبیعی بسیاری از عوامل بیماریزای حشرات می باشد. نیمه عمر برخی ویروسهای حشرات در خاک بیش از ۶۰۰ روز است. نقش پاتوژنها به عنوان عامل مرگ و میر حشرات تا حد زیادی تحت تأثیر بقای آنها از سالی به سال دیگر در شرایط طبیعی قرار دارد. در اغلب حالات عواملی غیر از دوام پاتوژن تعیین کننده تداوم بیماری در جمعیت میزبان هستند که عدم تماس بیمارگر و میزبان

ممکن است یکی از این عوامل باشد. بیمارگر نه تنها باید پایداری معینی داشته باشد، بلکه باید بتواند با میزبان تماس یافته و آن را آلوده نماید. لذا در تهیه فرمولاسیون حشره کشهای میکروبی باید به دو نکته مهم زیر توجه شود :۱) افزایش دوام پاتوژن، ۲) استقرار پاتوژن در روی میزبان.

اغلب انتموپاتوژنها تنها قادرند در داخل بدن میزبان زنده در محیط دوام بیاورند. حشرات آلوده زمستان گذران عامل انتقال بیماری از سالی به سال دیگر و در نتیجه، عامل ایجاد آلودگی اولیه در سال بعد هستند. دوام کافی، آزاد شدن و انتشار عوامل بیماریزا در خاک از مهمترین مکانیسمهای انتقال بیمارگرهایی هستند که به طور پایدار از سالی به سال دیگر انتقال می یابند.

نکات لازم الرعایه در کارآیی مطلوب یک پاتوژن

۱- سن حشره

مطالعات انجام شده نشان داده است که در اکثر موارد مراحل جوانتر یک حشره نسبت به مراحل آخر زیستی و بالغ بسیار حساستر می باشد و این موضوع، در زمان استفاده از حشره کشهای میکروبی بسیار حائز اهمیت است. به طور کلی بهترین نتیجه از کاربرد حشره کش میکروبی زمانی به دست می آید که در مراحل اولیه زندگی آفت به کار رود.

۲- دمای محیط

حشره کشهای میکروبی در دمای بالاتر سریعتر رشد می نمایند. این پاتوژنها باید زمانی مصرف شوند که دما به مدت چندین روز بالاتر از دمای مطلوب برای فعالیت عادی حشره باشد.

سموم این گروه عموماً گوارشی بوده و برای تأثیر بهتر باید دز کشنده کافی از آنها وارد بدن حشره شود. دوره کمون نیز اهمیت زیادی دارد. برای اینکه دز کشنده ای از میکروب وارد بدن حشره شود باید این مواد به همراه ماده غذایی حاوی ماده اشتها آور نظیر ملاس چغندرقند به خورد حشرات داده شوند. برای حفظ آنها در برابر پرتو فرابنفش نور خورشید نیز به اکثر آنها مواد جاذب اشعه نظیر قرمز کنگو، حنا و ذغال فعال شده اضافه می کنند. در زیر، به مواردی از این حشره کشها اشاره می شود:

انتموپاتوژنهای رایج در کنترل حشرات

الف- باکتریها به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- باکتریهای غیر اسپورزا

روده اکثر حشرات محتوی تعداد زیادی از باکتریهای غیر اسپورزا است که دارای خاصیت بیماری زایی هستند. ولی آنها برای لوله گوارش فاقد خاصیت بیماریزایی هستند، اما وقتی که به داخل همولنف حشره راه یابند، اغلب باعث بیماریهای شدید می گردند. عوامل استرس زا نظیر

دمای بالا، اثر سایر عوامل بیماریزا و سوء تغذیه نیز می توانند سبب انتقال این باکتری ها به هموسل شوند. این باکتریها بدون شک یک عامل مهم مرگ و میر در بسیاری از حشرات هستند.

۲- باکتریهای اسپورزا

مهمترین عوامل بیماریزای باکتریایی حشرات در این گروه قرار دارند که از آن جمله می توان به دو باکتری *Bacillus thuringiensis* و *Bacillus popilliae* اشاره نمود.

۲-۱- *Bacillus thuringiensis*

باکتریهای *Bacillus thuringensis* (B.t.) بیشتر از سایر باکتریها مورد استفاده قرار گرفته و شرکتهای مختلف نیز آن را با نامهای تجارتی مختلفی نظیر بیولیت، باکتایموس، واکتاباک، تاکنار، باکتوسپئین، توریساید و داپیل به بازار عرضه کرده اند.

این باکتری اولین بار در سال ۱۹۰۲ توسط ایشیوات از لارو پروانه ابریشم جدا شد و سپس در سال ۱۹۱۵، برلینر آن را از لارو پروانه آرد (*Ephestia kuhniella*) جدا سازی و نامگذاری نمود. اولین زمینه کاربرد این باکتری نیز در سال ۱۹۳۸ برای کنترل لارو بالپولکداران بود که به صورت فرآورده ای به نام Sporien فرموله شده بود.

این ترکیبات روی لارو اکثر بالپولکداران و دوبالان مؤثر است. اسپور و توکسین آن تحت عنوان دلتا- اندوتوکسین ایجاد بیماری می کنند. در داخل دستگاه گوارش لارو پروانه ها که دارای pH بیش از ۹ باشد کریستالهای سمی آن حل و توکسین آزاد می شود و در نتیجه لارو از بین می رود. در صورتی که pH دستگاه گوارش نزدیک به ۷ باشد اسپور فرصت جوانه زنی پیدا می کند و امکان دسترسی آن به هموسل و ایجاد عفونت عمومی وجود خواهد داشت. در اثر مسمومیت توسط B.t دستگاه گوارش لارو فلج می شود. در صورتی که دز کشنده وارد بدن شود، امکان دارد لارو از گرسنگی بمیرد. به سبب پایین بودن pH در دستگاه گوارش انسان و سایر مهره داران، این باکتری قادر نیست در آنها ایجاد آلودگی نماید.

۲-۲- *Bacillus popilliae*

این باکتری در ایالات متحده در سطح وسیع، برای کنترل لارو سوسک ژاپنی *Popilliae japonica* به کار رفته است.

B. popilliae بر خلاف *B. thuringiensis* خود دارای خاصیت بیماری زایی بوده و برای از بین بردن حشره نیازی به تولید توکسین ندارد. البته اخیراً کریستالهای سمی *B. popilliae* نیز از لارو بیمار سوسک *Melolontha melolontha* جدا سازی شده اند. این کریستالهای پروتئینی مشابه برخی اندتوکسینهای *B. thuringiensis* هستند، اما ظاهراً به جای کشتن سریع میزبان، رشد رویشی سلولهای باکتری را در همولنف آن تسریع می کنند. دوام این باکتری در محیط

طولانی بوده و طی مدت زیادی بر میزبانهای خود تأثیر می گذارد. هنگامی که لارو سوسک ژاپنی اسپور این باکتری را می بلعد، اسپورها طی دو تا سه روز جوانه زده و به لوله گوارش و احتمالاً لوله های مالپیگی آن نفوذ می کنند. در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد می توان سلولهای رویشی را پس از ۳ ساعت از زمان بلع در خون حشره یافت. در این دما سلولهای رویشی میله ای شکل به سرعت تکثیر شده و زمانی که تعداد آنها زیاد شود اسپورزایی آغاز می گردد. نکته قابل توجه اینکه این باکتری در دمای بالاتر از ۳۷ درجه سانتیگراد قادر به رشد و تکثیر نیست و از این رو عملاً برای انسان و جانوران خونگرم بی خطر می باشد. در غالب اوقات قبل از تشکیل اسپور، میزبان از بین می رود. به این ترتیب با کاهش تکثیر عامل کنترل کننده از قابلیت آن کاسته می شود. در مدت ۶ تا ۱۰ روز پس از آلودگی اولیه، تعداد اسپورها به ۲ تا ۵ بیلیون در بدن هر لارو می رسد. در این زمان خون لارو به رنگ شیری در آمده و لارو پس از مدت کوتاهی می میرد. به سبب اینکه لاروهای آلوده به رنگ سفید یا شیری در می آیند، به آن بیماری شیری (Milky disease) گفته می شود. این باکتری در سال ۱۹۵۰ در ایالات متحده علیه سوسک ژاپنی به ثبت رسید و از سال ۱۹۸۱ تولید آن توسط چند شرکت سازنده شروع شد و فرآورده هایی با عناوین تجارتی ®Doom, ®Japidemic و ®Milkyspor عرضه شدند. از آنجایی که پرورش این باکتری تنها روی محیط های کشت بسیار غنی و یا محیط زنده میسر می باشد، لذا تولید آن در حد *B. thuringiensis* وسعت نیافته است.

۲-۳- *Salmonella* spp.

باکتریهایی از این جنس در مبارزه با جوندگان زیان آور محصولات کشاورزی به کار رفته اند. بعضی گونه های این باکتری خاص جوندگان بوده و باعث بروز بیماری تیفوس در آنها می گردند. این عوامل بیماری زا همراه با طعمه مسموم شده در اختیار جونده قرار داده می شوند. زمانی که باکتری از طریق تغذیه وارد بدن جونده شود، در بخشهای دارای جدار نازک روده و طحال شروع به فعالیت می کند. زمانی که جوندگان به صورت متمرکز زندگی کنند، اپیدمی بیماری در جمعیت آنها بسیار سریع اتفاق می افتد. فرآورده تجارتی از باکتری گونه *S. decumanicidum* به نام ®Bacterodencide در روسیه تهیه شده که به صورت طعمه مسموم مصرف می شود.

ب- ویروسها

بیش از ۷۰۰ نوع ویروس از بدن حشرات و کنه ها جدا سازی شده است. این ویروسها به ۷ گروه تقسیم شده اند. طبقه بندی ویروسهای حشرات متغیر بوده و اشکال بسیار متفاوتی از ویروسها شناخته شده اند. استفاده از ویروسها در کنترل میکروبی آفات برای اولین بار در سال ۱۹۷۵ در ایالات متحده جهت مبارزه با کرم قوزه بوده است. اکثر ویروسهای بکار رفته در کنترل

میکروبی متعلق به گروه Baculovirus و خانواده Baculoviridae می باشند. موفق ترین مورد مصرف ویروسها به عنوان کنترل میکروبی زمانی خواهد بود که یک عامل کنترل کننده جدید وارد منطقه شده و به طور طولانی مدت تأثیر بگذارد. البته برخی فرآورده ها نیز وجود دارند که برای کنترل موقتی آفات استفاده می شوند. ویروسهایی که تا کنون از حشرات جداسازی شده اند کاملاً مشخص بوده و به سه گروه عمده زیر تعلق دارند:

۱- ویروسهای چند وجهی هسته ای (Nuclear Polyhedrosis Viruses, NPVs)

حدود ۴۰ درصد از کل ویروسهای گزارش شده از حشرات از نوع NPV هستند که اکثراً از حشرات راسته های بالپولکداران (۸۰٪)، بال غشاییان (۷٪) و دوبالان (۳٪) جدا شده اند. در این ویروسها، ذرات ویریون میله ای شکل بوده و توسط غشای نازکی احاطه شده اند. قطر ذرات ویروسی بین ۲۰ تا ۵۰ و طول آنها از ۲۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر متغیر است. این ویروسها در یک پوشش پروتئینی کریستالی چند وجهی (Polyhedra) قرار دارند. پلی هدرا ممکن است به صورت بیست وجهی، چهاروجهی، مکعبی و یا اشکال زاویه دار منظم دیگر باشند که محتوی صدها ذره ویروسی اند. قطر این چند وجهی ها بسته به اندازه ذرات NPV و نوع آن بین ۰/۵ تا ۱۵ میکرون متغیر است. حتی در یک حشره آلوده به یک نوع NPV اختصاصی این اختلاف اندازه دیده می شود. این ویروسها در داخل هسته سلول میزبان تکثیر می شوند. در لارو پروانه ها رشد NPV بیشتر در هسته سلولهای خونی، پوست، بافت چربی لایه پوششی تراشه ها صورت می گیرد. در مراحل پیشرفته بیماری لاروها قدرت تحرک خود را از دست داده و پوست آنها بی رنگ می شود و ظاهری روغنی و لزج به خود می گیرد. همچنین، همولنف غلیظ شده و پوست نیز ترد و شکننده می گردد. هسته سلولهای آلوده در همولنف محتوی شمار زیادی از ویروسها هستند که توسط میکروسکوپ نوری نیز قابل رؤیت می باشند. معمولاً لاروها قبل از مرگ به سمت قسمتهای فوقانی گیاه حرکت می کنند که بعد از مرگ پوسته لاروی آنها پاره شده و بیلیونها ویروس آزاد می شوند و سطح گیاه میزبان آفت را آلوده می نمایند. در صورتی که لارو از برگ آغشته به ویروس تغذیه نماید، ویروسها به داخل بدن آن راه پیدا می کنند.

ذرات NPV معمولاً از طریق بلع دهانی وارد بدن حشره می شوند، پوشش پروتئینی چند وجهی آنها حل شده و ذرات ویروسی بیماری زا در داخل لوله گوارش میزبان رها می شوند. سپس این ذرات ویروسی به سلولهای معده میانی نفوذ کرده و پس از تکثیر وارد بافتهای بدن می شوند. فاصله زمانی بین بلع چند وجهی تا مرگ حشره بسته به نوع NPV، حشره میزبان، تعداد ویروسهای بلعیده شده، مرحله لاروی که ویروس را بلعیده و دمای محیطی بین ۴ روز تا ۳ هفته متفاوت است. بسیاری از آلودگیهای ناشی از NPV می توانند از یک حشره ماده آلوده به نتاجش

منتقل شوند و حتی ممکن است علائم بیماری در حشره ماده بروز نکند. این حالت زمانی به وجود می آید که لارو سن بالا به ویروس آلوده شده و بتواند پس از بلوغ تخمگذاری کند. اگر چه اغلب انتقال بیماری در نتیجه قرار گیری سطحی ویروس روی پوسته تخم صورت می گیرد، اما ممکن است ویروس به داخل تخم نیز نفوذ کند. علاوه بر این، در بعضی حالات ممکن است یک حشره آلوده به ویروس باشد، اما علائم بیماری را نشان ندهد، این حالت که عفونت تأخیری گفته می شود، به کرات در حشرات مشاهده شده است. اما شرایطی که آن را ایجاد می کنند به خوبی شناخته نشده اند. این آلودگیها ممکن است زمانی که مقدار ویروس وارد شده به بدن حشره کم بوده و یا ویروسها در سنین آخر لاروی وارد بدن حشره شده باشند، اتفاق بیافتد. عوامل متعددی ممکن است سبب به وجود آمدن چنین حالتی شوند که این عوامل را فاکتورهای استرس زا نامیده اند که شامل دماهای بالا، مواد شیمیایی، کیفیت غذا و سایر بیماریها می باشند، اما چگونگی تأثیر آنها در ایجاد عفونت تأخیری هنوز روشن نشده است و احتمالاً این نوع آلودگی در بسیاری از اپیدمیهای ویروسی که به طور ناگهانی در جمعیت حشرات بروز می کنند نقش دارد.

۲- ویروسهای دانه ای (Granulosis Viruses, GVs)

تا کنون بیش از ۵۰ نوع ویروس از نوع GV شناخته شده که اکثراً از حشرات راسته بالپولکداران جدا شده اند. ذرات GV ۳۰ تا ۸۰ نانومتر عرض و ۲۴۵ تا ۴۱۹ نانومتر طول دارند و نظیر ویروسهای NPV توسط پوششی پروتئینی در بر گرفته شده اند. کپسولهای GV معمولاً محتوی یک ذره ویروسی هستند (برخلاف دو گروه دیگر). این کپسولها از لحاظ اندازه، ۳۰۰ تا ۵۱۱ نانومتر طول و ۱۱۹ تا ۳۵۰ نانومتر عرض دارند. این ویروسها در زیر میکروسکوپ نوری به شکل ذرات دانه دانه ای دیده می شوند. بافت چربی اولین محل آلودگی به این ویروسهاست، اما سلولهای پوست و لوله های تنفسی نیز ممکن است آلوده شوند. این ویروسها نسبت به ویروسهای NPV اختصاصی تر عمل می کنند. ذرات GV معمولاً از طریق بلع دهانی و سوراخ تخمگذاری منتقل می شوند. آلودگیهای تأخیری در مورد این ویروسها نیز دیده می شود. فاصله زمانی بین بلع ویروس و مرگ میزبان عموماً ۴- ۲۵ روز است. علائم خارجی معمولاً در مراحل اولیه قابل مشاهده اند، اما در مراحل آخری، لارو به رنگ روشن تر در می آید. خون لارو معمولاً غلیظ و محتوی تعداد زیادی کپسول است و کپسولها را می توان در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده کرد. بعد از یک تا دو هفته بدن لارو به هم فشرده شده و بندهای بدن کمی از هم فاصله می گیرند. البته بدن لارو مانند علائم حاصل از آلودگی به NPV، قبلاً نرم و لهیده می شود، اما زمانی که اپیدرم به ویروس آلوده نشود این حالت اتفاق نمی افتد.

۳- ویروسهای چند وجهی سیتوپلاسمی (Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses, CPVs)

این ویروسها سیتوپلاسم سلولهای پوششی لوله گوارش حشره را آلوده می کنند. تا کنون بیش از ۲۰۰ نوع مختلف از این ویروسها، در جهان شناخته شده است که میزبان غالب آنها بالپولکداران هستند. پوشش پلی هدرا در این ویروسها بیست وجهی بوده و از نظر اندازه بین ۵۰ تا ۷۰ نانومتر متفاوتند و برخلاف ذرات NPV در غشاء قرار ندارند، اما شبیه به این ویروسها در یک پوشش پروتئینی کریستالی محصور می شوند که قطر این پوشش از ۱ تا ۷ میکرون متفاوت است. برخی از چند وجهی های بزرگتر، به شکل کروی نیز دیده می شوند. از آنجایی که معده میانی تنها بافتی است که به این ویروسها آلوده می شود، لذا علائم ناشی از این ویروسها با آنچه در مورد ویروسهای NPV و GV گفته شد کاملاً متفاوت است. آلودگی در لاروها معمولاً به تدریج پیشرفت نموده و اغلب سبب ایجاد لاروهایی با سر بزرگ و بدن کوچک می گردد. در مراحل بعدی ممکن است لارو دچار تغییر رنگ نیز بشود. ویروسهای نوع CPV عموماً اختصاصی بوده و قدرت بیماری زایی کمتری نسبت به انواع قبلی دارند.

۴- سایر ویروسها

حدود ۳۰ درصد از ویروسهای شناخته شده غیر از انواعی هستند که تا بدین جا به آنها اشاره شد. لیست تعدادی از این ویروسها در جدول (۱۰) آورده شده است. این ویروسها پتانسیل بیولوژیکی کمی در کنترل آفات دارند.

حشره کشهای میکروبی متعددی از ویروسهایی که اکثراً از گروه NPV می باشند تهیه شده است. در سال ۱۹۷۵ اولین حشره کش ویروسی به شکل تجارتی برای مصرف روی محصولات زراعی، تحت نام تجارتی ®Elcar (شرکت Sandoz) به بازار عرضه شد. این فرآورده از نوع NPV بوده و برای کنترل کرم قوزه پنبه توصیه شده است. فرآورده تجارتی ®Madex یا ®Carpovirsin یکی جدیدترین تولیدات در این زمینه می باشد که یک نوع GV بوده و برای کنترل کرم سیب روی درختان میوه در سیستم مدیریت تلفیقی کاربرد زیادی یافته است. ®Mamestrin یک حشره کش میکروبی است که از یک نوع *Mamestra brassicae* تهیه می شود و در فرانسه برای کنترل شب پره کلم به ثبت رسیده است، اما می توان برای مبارزه با سایر آفات نظیر *Helithis, Phthorimea, Plutella* و غیره از آن نیز استفاده نمود. فرآورده تجارتی ®Spodx هم از یک نوع NPV به نام *Spodoptera exigua* NPV تهیه شده و از آن برای کنترل انواع لاروهای برگخوار در مزارع چغندر و سایر مزارع استفاده می شود.

پ- قارچها

تاکنون بیش از ۵۰۰ نوع قارچ پاتوژن شناخته شده که در روی حشرات و کنه ها دارای فعالیت پاتوژنیک بوده اند. مهمترین این قارچها متعلق به جنسهای *Verticillium*، *Nomuraea*، *Hirsutella*، *Beauvaria* و *Metarhizium* می باشند. مهمترین راه آلودگی حشره به قارچ، از کوتیکول آن است، اما احتمالاً آلودگی از طریق روزنه های تنفسی و دهانی نیز نفوذ می کند. زمانی که یک اسپور قارچ روی کوتیکول حشره قرار می گیرد در شرایط رطوبتی مناسب جوانه زده و تولید لوله تندشی می کند. سپس انتهای این لوله متورم شده و اندامی به نام آپرسوریوم را بوجود آورده که از آن هیفهای نازکی شروع به رشد کرده و به لایه های کوتیکول بدن حشره نفوذ می کنند. در هنگام نفوذ قارچها به کوتیکول حشرات آنزیمهایی از جمله کیناز ترشح می کنند که هر یک از آنها نقش ویژه ای را در نفوذ قارچ به کوتیکول حشرات دارند. گاهی اوقات ممکن است با پوست اندازی حشره در موقع نفوذ قارچ، آلودگی ایجاد شده برطرف شود. در صورت ورود قارچ به بدن حشره، میسلیوم قارچ وارد هموسل شده و کم کم تمام بدن حشره را پر می کند و بعد از این مرحله حشره سریعاً از بین می رود. بعد از مرگ حشره هیفهای قارچ باز هم به رشد خود ادامه داده و از این پس زندگی ساپروفیتی پیدا می کنند و بافتهای بدن میزبان را کاملاً تجزیه می نمایند.

قارچهای بیماریزایی که به طور عملی برای مبارزه با آفات استفاده می شوند عمدتاً از گروه قارچهای ناقص می باشند.

فرآورده تجاری مایکار یک کنه کش اختصاصی بوده و روی کنه زنگ مرکبات اثر کنه کشی خوبی دارد. این فرآورده به صورت پودر وتابل فرموله شده و متشکل از کنیدی و ذرات میسلیوم قارچ *Hirsutella thompsonii* است. همچنین امروزه قارچ انتموپاتوژن *Metarhizium anisoplia* برای کنترل ملخها به ویژه ملخ صحرایی در کانونهای دائمی آن مورد استفاده قرار می گیرد.

دو فرآورده دیگر با نامهای تجارتی Vertalec® و Mycotal® نیز به صورت پودر وتابل فرموله شده اند که می توان از ورتالک برای کنترل شته سبز هلو استفاده نمود.

ت- پروتوزوئرها

در سال ۱۹۸۱ *Nosema locusta* توسط شرکت ساندوز برای کنترل ملخها به بازار عرضه شد. این ترکیب در حال حاضر با نامهای اتاک، نولو بی بی، نولو ـ بیت در بازار وجود دارد حدود ۵۰ درصد ملخها را مورد کنترل قرار می دهد و دارای ۳۰٪ خاصیت عقیم کنندگی در روی آنها است. وقتی به صورت محلول به کار رود ۲ تا ٤ هفته بعد علائم آفت کشی آن ظاهر می شود، ولی

زمانی که به صورت طعمه مصرف گردد حداکثر اثر آفت کشی را ایجاد می کند. این میکروارگانیسمها از طریق تخم از نسلی به نسل دیگر منتقل شده و تا ٤ سال می توانند دوام پیدا کرده و ملخ را کنترل نمایند.

همچنین شاخه تک سلولیها ۷ شاخه را در بر می گیرد. از این گروه، ٤ شاخه Ciliophora، Microspora، Apicomplexa و Sarcomastigophora همگی از یوکاریوتهای تک سلولی بوده و گونه های پارازیت را در بر می گیرند که انگل حشرات هستند.

۱- شاخه **Sarcomastigophora**: از این شاخه تک سلولی *Malamoeba locusta* انگل چندین گونه از ملخها و سیرسیرکهاست. حدود ٤٥ گونه از ملخها شدیداً به این بیماری دچار می شوند. تک سلولی *Malpigamoeba mellificiae* حفره درونی لوله های مالپیگی را در حشرات بالغ زنبور عسل آلوده می کند.

۲- شاخه **Ciliophora**: در این شاخه از پروتوزوئرها تعداد زیادی گونه همزیست با حشرات خصوصاً موریانه ها و سوسریها گزارش شده است. جنسهای *Tetrahymana* و *Lambornella* اغلب گونه های انگل داخلی حشرات را در بر می گیرند. گونه های جنس اول احتمالاً انگل اختیاری اند. گونه های جنس دوم اغلب انگل پشه ها هستند، اما اختیاری یا اجباری بودن آنها کاملاً مشخص نشده است.

۳- شاخه **Apicomplexa**: تنها دو گروه از تک سلولیهای این شاخه یعنی Gregariens و Coccidia منحصراً در بدن بی مهرگان فعالیت می کنند که تک سلولیهای گروه اول بیشتر در حشرات عمومیت دارند.

۴- شاخه **Microspora**: این شاخه مهمترین گروه از پروتوزوئرهای انگل حشرات است و تا کنون بیش از ۲۵۰ گونه از آنها بدن حشرات جدا سازی و شرح داده است. گونه های این شاخه در بیشتر راسته های حشرات مشاهده شده اند و در آنها ایجاد بیماریهای مزمن تا کاملاً کشنده می نمایند. انتقال بیماری از طرق مختلف مانند بلع دهانی، تخمدان (transovarial)، تخم (transovum) و یا از طریق پارازیتوئیدها صورت می گیرد. علائم خارجی ناشی از بیماری متفاوت است. در برخی گونه ها تنها یک بافت آلوده می شود، در حالیکه در سایرین تقریباً همه بافتهای بدن آلوده می شوند. میکرواسپوریدیها انگل اجباری بوده و به طور کامل در خارج از بدن میزبان زنده قادر به ادامه حیات نیستند و از این جهت تکثیر آنها نیز دشوار است. چرخه زندگی میکرواسپوریدیها اغلب کامل بوده و به طورطبیعی در جمعیت حشرات پراکندگی زیادی دارند و در بسیاری موارد به عنوان عامل مهم مرگ و میر در جمعیت حشرات مطرح هستند. تک سلولی *Nosema* مهمترین جنس در این شاخه بوده و کاربرد زیادی در مبارزه میکروبی یافته است، اگر

چه جنسهای دیگری نظیر *Microsporidium*، *Uckaryon*، *Orthosoma* و *Vairimorpha* نیز اهمیت زیادی دارند. تک سلولی *Nosema pyrausta* روی کرم ساقه خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* ایجاد بیماری می کند. در حشرات ماده آلوده در مقایسه با ماده های سالم کمتر از نیمی از تخمها عقیم می شود. این تک سلولی اغلب قسمتهای بدن میزبان را آلوده می کند، اما لوله های مالپیگی در ابتدای بیماری آلوده شده و در نتیجه مدفوع لاروها نیز آغشته به بیمارگر است. از این طریق لاروها به سرعت بیمار می شوند.

تک سلولی دیگری به نام *N. locustae* عامل بالقوه مفیدی برای کنترل دراز مدت ملخها محسوب می شود. این پروتوزوئر در سالهای ۱۹۵۳ و ۱۹۶۲ توسط کانینگ از ملخهای آسیایی، *Locusta migratoria migratorioides* جدا سازی و توصیف شد. آلودگی *N. locustae* غالباً در اجسام چربی ملخها دیده می شود، اما آلودگی به صورت بین سلولی در بافتهای قلب و سیستم عصبی نیز مشاهده شده است. در آلودگی شدید اجسام چربی تقریباً به طور کامل توسط اسپورها پر می شوند. به طور کلی چون پیشرفت آلودگی به کندی صورت می گیرد نمی توان از این بیمارگرها به عنوان یک عامل کنترل موقتی و سریع الاثر استفاده نمود.

ث- نماتدها

نماتدها یا کرمهای لوله ای نیز مانند سایر موجودات زنده در محیط زندگی خود با انواع مهره داران، بی مهرگان و موجودات زنده دیگر در ارتباط هستند. عمومی ترین شکل ارتباط و وابستگی بین حشرات و نماتدها دیده می شود. نماتدها تنها گروه انگلهای پر سلولی جانوری حشرات هستند که در زمینه مبارزه میکروبی با آفات مطالعات وسیع و جامعی در مورد آنها انجام گرفته است. در این زمینه اولین بار فاکس و گلاسر (۱۹۲۹) نماتد *Steinernema* (Syn: *Neoaplectana*) *glaseri* را از بدن لاروهای سوسک ژاپنی جدا کردند. ویژگی نماتدهای بیماری زای حشرات به عنوان عوامل کنترل میکروبی این است که آنها برخی ویژگیهای انگلی و شکارگری را به طور یکجا دارا هستند. به عنوان مثال این جانوران قادرند فعالانه به جستجوی میزبان پرداخته و به آن حمله کنند. به طور کلی سرعت مرگ و میر میزبان در اثر حمله نماتدها بیشتر از آن است که رابطه میزبان و انگل به طور کامل شکل بگیرد. نماتدها قادرند از طریق دهان، مخرج یا روزنه های تنفسی وارد بدن میزبان شوند. برخی نماتدهای انگلی حشرات نیز با انتقال باکتریهای بیماری زا به داخل بدن حشرات باعث ایجاد بیماری می شوند. این باکتریها با نماتدها رابطه همزیستی دارند.

عکس العمل حشرات در مقابل حمله نماتدها ممکن است به صورت حساسیت، مقاومت نسبی و یا فوق حساسیت بروز کند، اما در هر حال پس از ورود نماتد به بدن حشره سیستم دفاعی حشره فعال شده و به مقابله با آن می پردازد. این واکنشها یکی از عوامل محدود کننده فعالیت

نماتدها در بدن حشرات می باشند. نماتدها در هنگام کمبود رطوبت دچار رکود نسبی می شوند. گاهی اوقات نیز عوامل بیماری زا نظیر قارچها باعث کاهش فعالیت نماتدها می گردند. سازگاری نماتدها در کاربرد توأم آنها با برخی آفت کشها از جمله امتیازات این عوامل بیماری زا محسوب می شود.

دو رده Adenophora و Secernenta از نماتدها دارای گونه های پارازیت حشرات هستند. در رده Adenophora راسته Stichosomida (Mermetida) و از رده Secernenta راسته Rhabditida در برگیرنده مهمترین گونه های انگل حشرات هستند. بیماری زایی این نماتدها تا کنون در ۱۹ راسته از حشرات گزارش شده و احتمالاً در سایر راسته ها نیز وجود دارد. راسته سخت بالپوشان در مرتبه اول بوده و راسته های دوبالان و راست بالان در رده هایی بعدی قرار دارند.

رده:Adenophora

راسته Mermitida

در این راسته خانواده Mermitida اهمیت زیادی دارد که بیش از ۵۰ جنس و گونه را در بر می گیرد. در این خانواده برخی از مهمترین نماتدهای انگل حشرات وجود دارند و به طور اختصاصی روی یک میزبان عمل می کنند. نماتد *Romanomermis culicivorax* از این خانواده، در کنترل لارو پشه ها اثر بسیار خوبی داشته است. نماتد *Agamermis decaudata* نیز پارازیت مهم ملخهای شاخک کوتاه می باشد.

راسته Rhabditida

در این راسته دو خانواده Steinernematidae و Heterorhabditidae اهمیت بیشتری دارند. گونه های خانواده اول، خصوصاً در لارو بالپولکداران و سخت بالپوشان ایجاد بیماری می کنند. نماتدهای جنس *Steinernema* و *Heterorhabditis* اهمیت بیشتری داشته و عملاً در زمینه مبارزه با آفات به کار می روند. در جنس اول به جز چند استثناء لاروهای سن ۳ عامل ایجاد بیماری هستند. اما در جنس دوم لاروهای سن ۲ عامل آلودگی میزبان می باشند. تعدادی از نماتدهای این راسته به علت همراهی یک باکتری همزیست با آنها باعث ایجاد بیماری می شوند. باکتریهای همزیست یافت شده در نماتدهای Steinernematidae در حال حاضر در جنس *Xanorhabdus* و باکتری همزیست نماتدهای Heterorhabditidae در جنس *Phothorhabdus* از خانواده Endobacteriaceae قرار داده می شوند. گونه *Xenorhabdus nematophilus* همزیست نماتدهای جنس *Steinernema* و گونه *Phthorhabdus luminescence* همزیست نماتدهای جنس *Heterorhabditis* می باشد. با توجه به موارد موفقیت نماتدها در کنترل حشرات

آفت در سالهای اخیر، بیشترین تحقیقات متوجه تولید انبوه و تهیه فرمولاسیونهای قابل مصرف از نماتدها در سطح زراعی بوده است. امروزه تولید انبوه و تجارتی نماتدها به کمک محیط های کشت مصنوعی و استفاده از باکتریهای همزیست صورت می گیرد. با وجود اینکه تا کنون بیش از ۲۷ گونه نماتد از این گروهها شناسایی شده، اما تنها تعداد معدودی از آنها به صورت عملی در سطح وسیع تهیه شده اند که در کشورهای مختلف با نامهای تجارتی متفاوت عرضه می شوند:

۱- نماتد انگل *Steinernema carpocapsa*

از این نماتدها فرآورده های تجارتی مانند Biovector®، Exhibit®، Carponem®، Vector®، Sanplant® و Helix® عرضه شده است که برای کنترل لارو بالپولکداران خصوصاً کرم سیب به کار می روند. باکتری همزیست این نماتد *X. nematophilus* نام دارد. این نماتد ظرف مدت ٤٨ ساعت میزبان خود را از بین می برد.

۲- نماتد انگل *Steinernema feltiae*

از این نماتد فرآورده های تجارتی با نامهای Entonem®، Nemasys®، Sciarid®، Magnet® و Tarunem® تهیه شده و برای کنترل پشه های Sciaridae در محیط های پرورش قارچ به کار رفته است. باکتری همزیست این نماتد *X. bovieni* می باشد. علاوه بر این، در برنامه های مدیریت تلفیقی علیه کرم سیب به صورت توأم با باکتری *Bacillus thuringiensis* نیز به کار رفته است.

۳- نماتد انگل *Heterorhabditis megidis*

باکتری همزیست این نماتد *X. luminescence* می باشد. فرآورده تجارتی به نام Larvanem® از این نماتد تهیه شده است.

مزایا و معایب کاربرد انتموپاتوژنها:

مزایا:

۱) آنها نیز اختصاصی عمل کرده و یا تعداد محدودی از گونه های میزبان را تحت تأثیر قرار می دهند.

۲) برای مهره داران و گیاهان بی ضررند.

۳) عدم وجود باقیمانده سمی.

٤) در محیط زیست حداقل اثرات سوء را دارا می باشند.

۵) عدم طغیان آفات ثانوی.

۶) سازگاری با بسیاری از آفت کشهای شیمیایی، پارازیتوئیدها، پرداتورها و سایر عوامل بیماریزا.

۷) کنترل طولانی مدت آفت.

۸) سازگاری به اعمال تغییرات ژنتیکی از روشهای بیوتکنولوژی.

معایب:

۱) اختصاصی عمل کردن و تأثیر تنها بر یک نوع آفت.

۲) برخی پاتوژنها یا فرآورده های آنها بر موجودات زنده غیر هدف تأثیر سوء دارند.

۳) طولانی بودن زمان آلودگی حشره تا مرگ.

۴) حساسیت پاتوژن به شرایط نامساعد محیطی.

۵) هزینه زیاد و یا عدم امکان پرورش و تولید انبوه پاتوژنهای انگل اجباری.

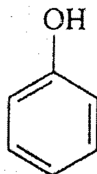
۶) غیر اقتصادی بودن استفاده از عوامل بیماریزا جز در مورد محصولات پر ارزش.

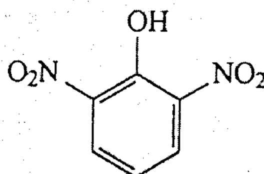
فصل هفدهم

حشره کشهای متفرقه

الف- ترکیبات دی نیتروفنل

برخی مشتقات فنل و کروزول دارای خاصیت حشره کشی، کنه کشی و قارچ کشی و یا علف کشی هستند. دی نیتروفنل ها اولین بار در سال ۱۸۹۰ در دفع آفات مورد استفاده قرار گرفتند و جزء اولین سموم آلی محسوب می شوند. مهمترین بخش در ساختار مولکولی این مواد شامل یک حلقه فنلی می باشد که دو گروه نیترو روی آن قرار گرفته است.

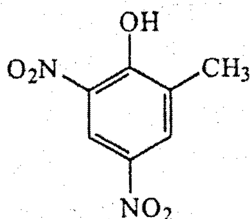




Phenol Dinitrophenol

این ترکیبات از لحاظ شیمیایی دارای خاصیت قلیایی هستند و اختلاط آنها با سایر حشره کشهای رایج اشکالاتی را به وجود می آورد. مصرف این سموم به طور محدود و در موارد خاص توصیه می شود. در فصول بهار و تابستان به سبب خاصیت گیاهسوزی این ترکیبات نمی توان از آنها استفاده نمود، اما مصارف زمستانه آنها علیه مراحل زمستان گذران آفات به عنوان ترکیبات سوزاننده هنوز هم رایج است. البته در این موارد نیز باید به نوع گیاه و غلظت مصرفی آن توجه نمود. سموم متعددی به این گروه تعلق دارند که برخی از آنها خواص حشره کشی و کنه کشی، بعضی خواص قارچ کشی و کنه کشی داشته و گروهی نیز همه این خصوصیات را به طور یکجا دارند. مهمترین ترکیبات متعلق به این گروه که عمدتاً برای مبارزه با حشرات و کنه های زیان آور و تخمهای آنها در مصارف زمستانه به کار می روند، در این قسمت مورد بحث و بررسی قرار می گیرند. هر چند که انتظار می رود این ترکیبات در آینده ای نزدیک به کلی کنار گذاشته شوند.

DNOC یا DNC



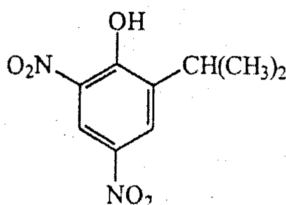
نامهای تجارتی: Selinon®, Nitradur®, Ibertox®

فرمول مولکولی: ($C_7H_6N_2O_5$)

نام شیمیایی: 4,6- dinitrothocrosol

این ترکیب در سال ۱۸۹۲ به عنوان حشره کش معرفی شد و پس از آن در سال ۱۹۳۲ به عنوان علف کش از آن استفاده گردید. DNOC یک سم غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی است که دارای خواص حشره کشی، کنه کشی و تخم کشی زیادی می باشد، اما خاصیت

گیاهسوزی آن نیز زیاد است و به همین دلیل تنها برای مصارف زمستانه و دفع علفهای هرز در برخی محصولات به کار می رود. سمپاشی زمستانه روی تخم آفات باعث خشک شدن پوسته آنها شده و سم به داخل تخم نیز نفوذ می کند. برای بالا بردن خواص آفت کشی آن می توان آن را با روغنهای زمستانه مخلوط نمود. سمیت این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۲۵ تا ٤۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. سازمان حفاظت محیط زیست جهانی (EPA) استفاده از این ترکیب را در سال ۱۹۸۷ ممنوع اعلام کرده است.



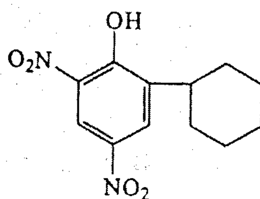
دینوزب dinozeb

نامهای تجارتی: Gebutex®, Basanit®

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{12}N_2O_5$

نام شیمیایی: 2-(1-methylpropyl)- 4,6-dinitrophenol

دینوزب سمی غیرسیستمیک است که عمدتاً اثر آن به صورت تماسی است و در سمپاشی های زمستانه علیه مراحل زمستانگذران آفات، روی درختان میوه استفاده می شود. این ترکیب یک سم نفوذی و سوزاننده است که در بدن حشرات، کنه ها و تخم آنها نفوذ کرده و باعث مرگ آنها می گردد. در روغن پاشی زمستانه معمولاً از نمک تری متانول آمین آن با نام تجارتی گبوتکس به همراه روغن استفاده می شود. سمیت دینوزب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ٤۰ تا ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.



پدینکس pedinex

نامهای تجارتی: Dinex®, DNCP®, Dynon®

نام شیمیایی: 4,6-dinitro 2-cyclohexyl phenol

فرمول مولکولی: $C_{12}H_{14}N_2O_5$

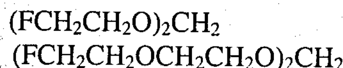
پدینکس یک سم تماسی است که علاوه بر مصارف زمستانه علیه آفات، در میوه کاریها نیز برای تنک کردن میوه درختان استفاده می شود، اما خاصیت گیاهسوزی زیادی دارد. املاح سدیم و آمین این ترکیب رایج ترند. سمیت این آفت کش برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ٦۵-۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

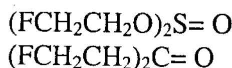
نحوه اثر دی نیتروفنلها

نحوه عمل این ترکیبات در بدن حشرات و پستانداران تقریباً یکسان بوده و به طور کلی قادر به ممانعت از واکنش فسفریلاسیون اکسیداتیو هستند. این سموم سبب انتقال الکترونها به سرعت و بدون تشکیل ATP می شوند. این ترکیبات نفوذپذیری غشاء را نسبت به پروتونها افزایش داده و لذا شیب غلظتی پروتونها در فضای بین دو غشاء ایجاد شده و تشکیل ATP متوقف می گردد. به نظر می رسد که این ترکیبات باعث هیدرولیز ATP نیز می شوند که در نتیجه، جانور در اثر کمبود انرژی در قسمت های مختلف بدن دچار اختلال شده و از بین می رود.

ب- مشتقات فلوئوروواستات

فلوئوروواستیک اسید (FCH_2COOH) و برخی از مشتقات آمیدی آن خواص حشره کشی جالب توجهی دارند. ساخت اولین حشره کش آلی از این گروه به Schrader، دانشمند آلمانی نسبت داده می شود که این دانشمند در سال ۱۹۳۵ مشتقات فلوئوراتانول را که خواص حشره کشی داشتند، معرفی نمود.


$(FCH_2CH_2O)_2CH_2$
$(FCH_2CH_2OCH_2CH_2O)_2CH_2$

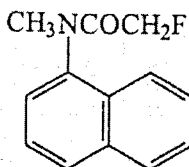

$(FCH_2CH_2O)_2S=O$
$(FCH_2CH_2)_2C=O$

این ترکیبات مدتی در آلمان برای مبارزه با شته فیلوکسرای مو (*Phylloxera*) مورد استفاده قرار گرفتند، اما به زودی ترکیبات جدید و پرقدرت فسفره جانشین آنها شدند. در سال ۱۹٤۹ فلوئوروواستامید (FCH_2CONH_2) به صورت یک حشره کش خصوصاً در انگلستان و ژاپن (با نام تجارتی Triton®) مورد استفاده قرار گرفت. از آنجایی که این ترکیبات از لحاظ ایجاد فرآیندهای بیوشیمیایی در بدن پستانداران و حشرات به طور یکسان عمل می کنند، لذا ساخت حشره کشهای انتخابی آنها مشکل است، اما به طور کلی فلوئوروواستامیدها انتخابی تر عمل می کنند. ترکیبات فلوئوروواستات عموماً خواص حشره کشی، کنه کشی و تخم کشی داشته و به طور سیستمیک عمل می کنند. از این گروه تنها ترکیب زیر مورد استفاده بیشتری داشته است.

نیسول nissol

نام تجارتی: Nissol

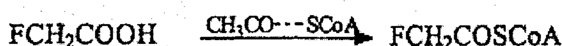
نام شیمیایی: 2-fluoro-N-methyl-N-1-naphthyl-acetamid

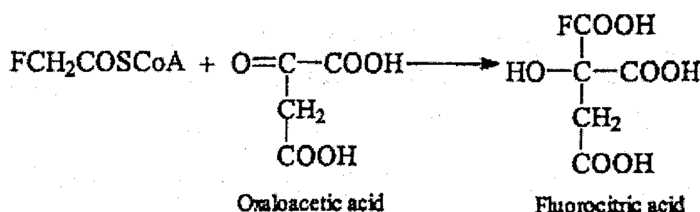


نیسول حشره کش و کنه کشی با اثر تماسی و گوارشی و مؤثر بر تخم آفات است. مصرف این ترکیب در برخی کشورها ممنوع شده و در کشور ما نیز تنها ازمایشاتی روی آن انجام شده، اما در سطوح وسیع مورد استفاده قرار نگرفته است. سمیت نیسول برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} حاد دهانی برای موش صحرایی ۱۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

نحوه تأثیر مشتقات فلوئوروواستات

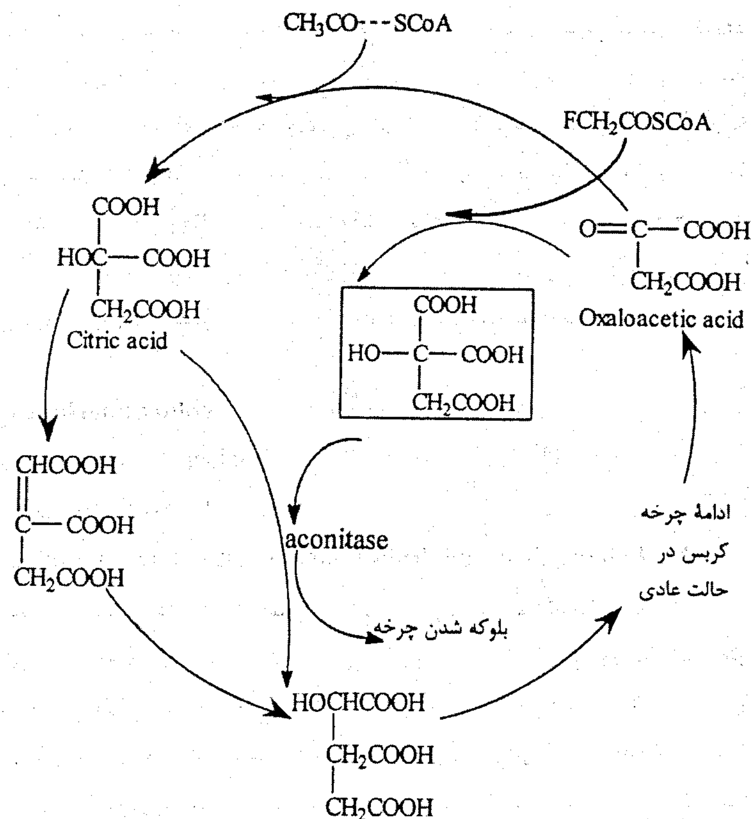
این ترکیبات بسیار سریع الاثر بوده و علائم مسمومیت ناشی از آنها ۲ تا ٦ دقیقه بعد از ورود به بدن پستاندار بروز می کند. سمیت مشتقات فلوئوروواستات تنها در صورت تبدیل آنها به فلوئوروواستیک اسید ایجاد می شود و در این صورت می توانند از خود خواص سمی بروز دهند، به این صورت که فلوئوروواستیک اسید به جهت مشابهت ساختمانی با اسید سیتریک می تواند در چرخه تری کربوکسیلیک اسید (چرخه کربس) وارد شده و در آن ایجاد اختلال نماید. در مسیر این چرخه آنزیم حیاتی آکوتیناز (Acotinase)، مسئول تبدیل اسید سیتریک می باشد که با مداخله فلوئوروواستیک اسید مهار شده و در نتیجه، چرخه متوقف می گردد. شکل کلی فرآیند به این صورت است که فلوئوروواستیک اسید در مرحله ای که اکسالواستیک اسید و استیل کوآنزیم A با هم ترکیب شده و تشکیل اسید سیتریک می دهند وارد شده و همراه با استیل کوآنزیم A وارد چرخه می شود.





علت دقیق مرگ موجودات در اثر مسمومیت با مشتقات فلوئوروواستات هنوز به خوبی روشن نشده، اما ممکن است به دلیل ایجاد اختلال در چرخه کربس، تولید انرژی در بدن موجود زنده متوقف شده و در نتیجه آن، کلیه اعمال بدن مختل شود. همچنین احتمال دارد تجمع اسید سیتریک عامل اصلی مرگ باشد که در این مورد ممکن است به طور غیر مستقیم با کلسیم موجود در بدن

ترکیب شده وسطح کلسیم آزاد را که برای انجام اعمال متابولیکی و عصبی ضروری است، کاهش دهد. فلوئوروسیتریک اسید با ورود به چرخه و قرار گرفتن در جایگاه عمل آکونیتاز، آن را بلوکه یا مهار کرده و در نتیجه، اسید سیتریک در بدن حشره یا پستاندار تجمع می یابد.

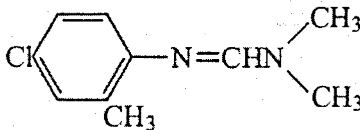


متوقف شدن چرخه تری کربوکسیلیک اسید توسط فلوئوراستات

مشتقات فلوئوروواستات، حشرات و پستانداران را به طور تقریباً یکسان، تحت تأثیر قرار می دهند. فلوئوروواستامیدها انتخابی عمل می کنند، زیرا سیستم آنزیمی حشرات، فلوئوروواستامید را به راحتی تبدیل به فلوئوروواستیک می کند. اما در بدن پستانداران، آنزیم کربوکسی استراز قادر است فلوئوروواستامید را از روی گروه استامید آن، شناسایی نموده و کمتر بر آن تأثیر بگذارد که در نتیجه فلوئوروواستیک اسید کمتری تولید می شود.

ج- فرمامیدینها

فرمامیدینها (Fermamidines) گروه مهم و نسبتاً جدیدی از سموم حشره کش هستند که برای کنترل طبیعی حشرات و کنه ها بکار می روند. این ترکیبات دارای گروه R-N=CH-N-R در ساختار شیمیایی خود هستند. این سموم در ابتدا به عنوان کنه کش معرفی شدند، اما بعداً مشخص شد که خواص حشره کشی آنها بسیار زیاد است و در شرایط مزرعه ای، خصوصاً روی بالپولکداران بسیار مؤثرند. تأثیر عمده این سموم بر تخم و لاروهای جوان است، به این صورت که با نفوذ در تخم حشرات و کنه ها، باعث مرگ جنین آنها می شوند. فرمامیدین ها از جمله سمومی هستند که باعث تغییرات رفتاری در حشرات و کنه ها می گردند. تحقیقات وجود خواص سرطانزایی را در برخی از این ترکیبات نشان داده و لذا محدودیتهایی در زمینه مصرف آنها وجود دارد. از این گروه ترکیبات محدودی به صورت تجارتی عرضه شده اند.



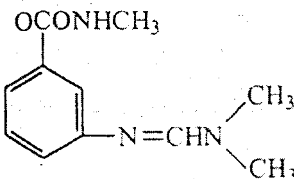
کلردیمفورم chlordimerfom

نام تجارتی: Galecron®, Fundal®

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{13}ClN_2$

نام شیمیایی: N-(4-chloro-2-methylphenyl)-N,N-dimethyl formamidin

کلردیمفورم حشره کش وکنه کشی تماسی، تدخینی و سیستمیک است که بر تمام مراحل زیستی حشرات و کنه ها از تخم تا بالغ اثر می گذارد. از این ترکیب برای مبارزه با انواع مختلف کنه های نباتی و تخمهای آنها خصوصاً زمانی که این آفات به سایر سموم مقاوم شده باشند و نیز تخم و لاروهای جوان حشراتی نظیر کرم سیب، کرم غوزه و کرم ساقه خوار برنج استفاده می شود. دوام این سم روی سطوح سمپاشی شده ۱۰ تا ۲۰ روز است. سمیت کلردیمفورم برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} دهانی آن برای موش صحرایی ۲٦۰-۳۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است. مصرف این ترکیب در سال ۱۹۷٦ به علت خواص سرطانزایی محدود شد، اما در سال ۱۹۸۸ تحت شرایط محدود برای مصرف در پنبه کاریها دوباره توصیه گردید و البته هنوز هم در برخی کشورها محدودیت مصرف دارد.



فورمتانات formetanate

نام تجارتی: Crazol®, Dicarzol®

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{15}N_3O_2$

نام شیمیایی: 3-dimethyl aminomehylen aminophenyl methyl carbamate

فورمتانات کنه کش و حشره کشی تماسی و سیستمیک است که برای مبارزه با کنه های نباتی خصوصاً انواع مقاوم به سموم فسفره، در نباتات زینتی استفاده می شود و علاوه بر این، روی تریپسها و زنجره ها نیز مؤثراست. دوام سم در خاک، بسته به نوع آن از ۱ تا ۹ روز متغیر می باشد. سمیت این ترکیب از راه گوارشی برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است LD_{50} حاد دهانی برای موش صحرایی ۲۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است، اما سمیت پوستی کمی دارد. LD_{50} حاد پوستی برای موش صحرایی ۵۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

نحوه اثر ترکیبات فرمامیدین

ترکیبات فرمامیدین سبب ایجاد تغییرات رفتاری مختلف در حشرات و کنه ها می شوند که برخی از این تغییرات عبارتند از: کاهش تغذیه، کاهش اشتها، تحریک شدید در لارو و حشرات بالغ بالپولکداران، تغییر در رفتار جفت یابی در پروانه های شب پرواز، کاهش تنیدن تار در کنه های نباتی و جدا شدن کنه های دامی از بدن میزبان. تعداد و تنوع تأثیراتی که به ترکیبات فرمامیدین نسبت داده می شود مشکوک بوده و ممکن است همگی متأثراز یک نوع مکانیسم باشند؛ اما نکته مهم در بروز این تغییرات این است که می توان بدون کشتن مستقیم آفت، از گیاه و یا دام محافظت نمود. با کاربرد کلردیمفرم ممکن است آفت به طور مستقیم از بین نرود، به طور مثال دچار بی حسی، خفگی (کرم ساقه خوار برنج و مرگ در اثر گرسنگی (به سبب خواص دور کننده ای و ضد تغذیه ای سم) شده و یا اینکه ممکن است آفت به علت تغییر رفتار به راحتی توسط دشمنان طبیعی شکار شود. به سبب ماهیت متفاوت هر یک از این اثرات، باید هر حالتی از مسمومیت به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد؛ حتی در یک گونه نیز ممکن است، میزان حساسیت حشره یا کنه به ترکیبات فرمامیدین بسته به مرحله رشدی تا حد زیادی متفاوت باشد. تأثیر فرمامیدینها در ملخ صحرایی باعث ایجاد نوسان در انتقال پیام عصبی ـ ماهیچه ای شده و انقباضات عضلانی نیز به صورت منقطع بروز می کند. نکته حائز اهمیت این است که تغییرات رفتاری ناشی از ترکیبات فرمامیدین بر پایه ماهیت بیوشیمیایی ناقلان عصبی و سایر ترکیباتی است که در کنترل رفتار تأثیر دارند و البته این مواد نیز هنوز کاملاً شناخته نشده اند. تنها استثناء در این مورد استیل کولین است که ظاهراً کلردیمفرم تأثیر چندانی بر آن ندارد (ماتسومورا و بیمان، ۱۹۷۶).

ماتسومورا و بیمان برای اولین بار مشخص کردند که اثرات معینی از کلردیمفرم، مربوط به دخالت آن در سیستمهای مربوط به ترکیبات آمینی است. مطالعات این دانشمندان نشان داد که کلردیمفرم قادر است به صورت یک ناقل عصبی کاذب، در قسمت آمینی گیرنده های پیام عصبی (Aminergic Site) عمل کند؛ اما اینکه آیا این ترکیب همه این گیرنده ها را به طور یکسان مورد حمله قرار می دهد یا نه، به خوبی روشن نیست. موردوک و هالینگورتس با انجام تحقیقاتی رابطه

بین آنالوگهای فرمامیدین و برخی گیرنده های آمینی را نشان دادند. این محققان ثابت کردند که کلردیمفرم و برخی از متابولیتهای آن (خصوصاً N-desmethylchlorodimefrom) قادرند اعضای تولید نور را در حشره *Photinus pyralis*، تحریک به نور افشانی کنند. عقیده عمومی بر این است که این ترکیبات باعث آزاد شدن ناقلان عصبی شده (اثر پیش سیناپسی) و یا اینکه خود به عنوان یک ناقل کاذب روی قسمت آمینی گیرنده ها عمل می کنند (اثر پس سیناپسی).

به طور کلی اثرات کشنده فرمامیدینها با تأثیر آنها بر گیرنده های اکتوپامین به وجود می آید. اکتوپامین یک ترکیب مونوآمین است که به صورت هورمون عصبی و نیز ناقل سیناپسی در بسیاری از بی مهرگان عمل می کند. به نظر می رسد که سیستمهای اکتوپامینرژیک (Octopaminergic) در بی مهرگان همولوگ سیستم آدرنرژیک (Adrenegic) در مهره داران باشند. اکتوپامین نقش مهمی در تنظیم فعالیت عصبی و حرکت اعضاء دارد، اما به طور کلی وظایف متعددی در بدن بی مهرگان به عهده آن است.

ترکیبات فرمامیدین به جهت مشابهت ساختاری با اکتوپامین قادرند بر گیرنده های آن تأثیر بگذارند. این ترکیبات با افزایش فعالیت آنزیم Adenylatecyclase در ماهیچه های اسکلتی حشرات باعث ایجاد نوسان در انقباضات عضلانی می شوند و به نظر می رسد که این نوع تأثیر فرمامیدینها نیز ناشی از مشابهت آنها با اکتوپامین باشد، زیرا اکتوپامین خود باعث فعال سازی این آنزیم می شود. اثرات تخم کشی آنها بخاطر تأثیر اکتوپامین می باشد؛ به این ترتیب که دسترسی به انرژی طی فرآیند حساس تخم کاهش یافته و همین موضوع منجر به مرگ حشره می شود.

د- آورمکتین ها (Avermectines)

آورمکتین ها گروهی از سموم شیمیایی جدید با منشاء طبیعی هستند. در سال ۱۹۷٦ محققان شرکت مرک ترکیبی متشکل از هشت فرآورده طبیعی مشابه را از محیط کشت باکتری *Streptomyces avermilitis* جدا کردند. مهمترین ترکیب این گروه آبامکتین یا آورمکتین (AVM یا avermactin Bla) نام دارد که یک نوع لاکتون ماکروسیکلیک بوده و بر طیف وسیعی از نماتدها، حشرات و عنکبوتیان مؤثر است. فرآورده هایی که از کشت میکروبی بدست می آیند شامل آنالوگهای متعددی از این ترکیب هستند. این ترکیبات از لحاظ آفت کشی تأثیر آهسته ای دارند، اما اثر فلج کنندگی آنها به سرعت بروز می کند. آبامکتین در سال ۱۹۸۱ با نامهای تجارتی ®Dynamec و ®Agrimec به بازار عرضه شده و فرآورده تجارتی آن محتوی ۸۰ درصد avermactin Bla و ۲۰ درصد avermactin Blb می باشد. آورمکتین حشره کش و کنه کشی با

اثر تماسی و گوارشی است که فعالیت سیستمیکی محدودی داشته و قادر است در برگهای گیاه نفوذ کند.

این ترکیب طیف وسیعی از آفات شامل انواع نماتدهای خاکزی، مراحل متحرک کنه های گیاهی، مینوزها، حشرات مکنده، مورچه ها، سوسک برگخوار سیب زمینی و غیره روی گیاهان زینتی، پنبه، مرکبات، سیب، گردو، سبزیجات، سیب زمینی را مورد کنترل قرار می دهد. دوام سم در روی سطوح سمپاشی شده حدود ۲۰ روز است. آورمکتین در خاک به سرعت توسط میکروارگانیسمها تجزیه و تجمع پیدا نمی کند. این سم عمدتاً به صورت امولسیون شونده فرموله شده است. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم از طریق گوارشی زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

امامکتین بنزووآت (emamectin benzoate) ترکیب دیگری متعلق به این گروه است که مانند آبامکتین دارای دو ماده مؤثره می باشد. یک بخش به نام -4''-epimethylamino-4'-deoxyavermectin Bla (MABlb)benzoat که حداقل ۹۰ درصد و جزء -4''-epimethylamino-4'-deoxyavermectin Blb (MABlb)benzoat که کمتر از ۱۰ درصد ترکیب تجارتی را تشکیل می دهند. این جزء تنها در داشتن یک گروه متیلن روی زنجیر جانبی ایزوبوتیل با جزء Bla متفاوت است.

این ترکیب در سال ۱۹۹۷ با نام تجارتی Affirm® به عنوان یک سم آفت کش برای کنترل لارو بالپولکداران در برخی محصولات نظیر یونجه، گوجه و کرفس معرفی شد. سمیت امامکتین بنزوآت برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای پرندگان باید کمتر از ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن باشد. از سایر ترکیبات این گروه می توان به Mixodectin، Ivermectin، Milbemectin، Doramectin و Eprinomectin اشاره نمود.

نحوه اثر آورمکتین

آورمکیتن اثر بازدارندگی بر گیرنده های گاماآمینوبوتریک اسید (GABA) در سیناپسها دارد. GABA یک ناقل شیمیایی بازدارنده در سیناپسهای مغزی مهره داران و سیناپسهای عصبی - ماهیچه ای بی مهرگان می باشد که اثر خود را با افزایش نفوذپذیری غشاء ناحیه پس سیناپسی نسبت به یون کلر اعمال می کند. مشخص شده است که گیرنده های GABA باز شدن کانالهای Cl^- را در ماهیچه های سخت پوستان و سیستم عصبی پستانداران تنظیم می کنند. در این حالت با نفوذ یون کلر، بار منفی داخل غشاء سلول عصبی افزایش یافته و آستانه تحریک بالا می رود. پس از این مرحله تحریکات عادی قادر به دپلاریزاسیون ناحیه پس سیناپسی نیستند.

فریتز و همکاران اولین بار رابطه این ترکیبات را با یونوفورهای GABA- Chloride در سیستم عصبی بی مهرگان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که این ماده قادر است با پیکروتوکسینین (آنتاگونیست GABA) رقابت کند؛ این محققان پیشنهاد کردند که آورمکتین ممکن است یا خود مستقیماً به صورت GABA عمل کند و یا سبب افزایش آزاد شدن GABA در انتهای عصب شود. یونگ و همکاران با قبول این نظریه، تأثیرات آورمکتین را در میزان آزاد شدن GABA در سیناپسهای مغز موش صحرایی مورد بررسی قرار دادند و متوجه شدند که آورمکتین آزاد شدن GABA را در سیناپسها تحریک کرده و به این صورت مانع از انتقال پیامهای عصبی می شود. همچنین آورمکتین قادر است خود به تنهایی بدون حضور GABA باعث باز شدن کانالهای یون کلر در ناحیه پس سیناپسی شود و در این حالت نیز بسیار قوی تر از GABA عمل می کند. با توجه به چنین تأثیراتی از آورمکتین در سیستم های مرتبط با GABA در سیستم عصبی و بافت عصبی ـ ماهیچه ای در پستانداران و وجود قابلیت زیاد حشره کشی آن، به نظر می رسد که این مواد در حشرات نیز سیستمهای مربوط به GABA را مورد حمله قرار می دهند. همچنین مشخص شده است که آورمکتین ها قادرند علاوه بر تأثیر بر گیرنده های GABA، یونوفورهای غیرمرتبط به GABA را نیز تحت تأثیرقرار دهند.

اسپینوزین ها (Spinosines)

مهمترین عضو این گروه، ترکیبی به نام Spinosad می باشد که اولین بار در سال ۱۹۹۷ با نام تجارتی Tracer® برای کنترل لارو بالپولکداران عرضه شده است. اسپینوزاد از لحاظ ماهیتی متشکل از دو جزء فعال به نامهای Spinosyn A و Spinosyn D می باشد که توسط یک اکتینومایست خاکزی به نام *Saccharopolyspora spinosa* تولید می شود. علاوه بر این ترکیبات، بسیاری از اسپینوزینهای طبیعی با این ویژگیها نیز شناخته شده و مشتقات مصنوعی آنها ساخته شده اند. اسپینوزین و اسپینوزوئیدها از لحاظ ساختمانی بر اساس الگوی یک سیستم چهار حلقه ای که در طرفین آن دو مولکول قند اتصال دارند، به وجود آمده اند. این قند ها در یک طرف 2,3,4-tri-O-methyl rhamnos و در طرف دیگر forosamin می باشد. سیستم چهار حلقه ای مرکزی دارای یک حلقه لاکتونی ماکروسیکلیک ۱۲ کربنه است.

با وجود این که اسپینوزاد تنها برای کنترل لارو پروانه ها و تریپسها استفاده می شود، اما به طور کلی ذاتاً وسیع الطیف بوده و بر حشرات راسته های مختلف نظیر سخت بالپوشان، دوبالان، جوربالان، بال غشائیان، راست بالان، بالپولکداران، ککها و نیز کنه های نباتی مؤثر است.

نحوه اثر اسپینوزین ها

اسپینوزین ها مانند اکثر سموم دیگر ابتدا سیستم عصبی را مورد حمله قرار می دهند. مطالعات نشان داده که اسپینوزاد قادر است مستقیماً سیستم عصبی مرکزی را در حشرات تحریک کند. این ترکیب ابتدا سبب ایجاد انقباضات ماهیچه ای غیر ارادی شده و با تحریک سلولهای عصبی در سیستم مرکزی اعصاب باعث تشنج می شود. پس از گذشت مدت زمان کوتاهی، حشره مسموم ظاهراً به سبب خستگی عضلانی ـ عصبی ناشی از تحریک شدید، فلج شده و سلولهای عصبی به هیچ تحریک خارجی به جز در حالتی که غلظت بالایی از این ترکیب به کار رود پاسخ نمی دهند. بدین لحاظ پیشنهاد شده که فلج کنندگی، اولین تأثیر اسپینوزاد نبوده و خود ناشی از تحریک شدید سیستم عصبی است. به علاوه با توجه به این موضوع که فعالیت عصبی در حشرات فلج شده در سطح بالایی قرار دارد، می توان تصور نمود که فلج شدن به سبب پایین آمدن سطح ناقل شیمیایی عصبی ـ ماهیچه ای و یا به دلیل به هم خوردن هم زمانی عمل تحریک و انقباض ماهیچه ای می باشد. به طور کلی مشخص شده است که تأثیر اولیه این ترکیب بر گیرنده های نیکوتینیک استیل کولین بوده و دومین نقطه اثر احتمالاً گیرنده های GABA می باشد. بدین ترتیب تشنجات شدید و پایدار می تواند ناشی از نوع تأثیر اول و فلج شدن ناشی از تأثیرنوع دوم اثرات یعنی تقلید از GABA در ناحیه پس سیناپسی باشد.

سموم حشره کش متفرقه

این فصل شامل تعدادی از سموم است که در گروههای مختلفی قرار دارند. این گروهها اکثراً جدید بوده و شامل ترکیباتی هستند که با آزمایشهای بسیار دقیق بیولوژی مولکولی تهیه شده اند. تعدادی از این سموم در کشور وجود دارند وآزمایشاتی نیز روی آنها انجام شده است. با این وجود تعداد کثیری از ترکیبات جدید هر روز به جمع سموم حشره کش اضافه می گردند که ممکن است درآینده به کشور وارد شوند. در این قسمت بدون دسته بندی و اشاره به ویژگیهای عمومی، تنها به ذکر خصوصیات کلی این ترکیبات پرداخته می شود.

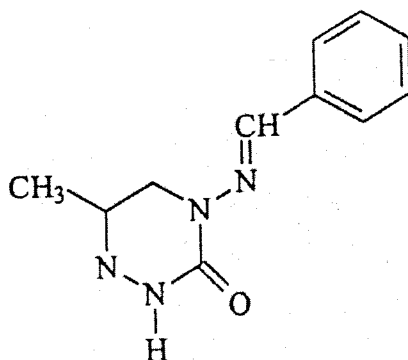
پی متروزین pymetrozin

نام تجارتی: Chess®

فرمول مولکولی: $C_{10}H_{11}N_5O$

نام شیمیایی: (E)-4, 5-dihydro-6-methyl-4-(3-pyridylmethyleneamino)- 1,2,4-triazin-3(2H) one

ساختار شیمیایی:



پی متروزین ترکیبی جدید، دارای بنیان پیریدین با نحوه اثر ناشناخته می باشد که برای کنترل انتخابی حشرات راسته جوربالان به ویژه شته ها و سفید بالکها در محصولات مختلف عرضه شده است. یکی از خصوصیات عمده این ترکیب، توقف تغذیه در حشرات می باشد. پی متروزین فاقد تأثیر سوء بر بالتوریها، کنه های شکارگر و زنبورهای پارازیتویید شته ها است. به علت دوام کم پی متروزین می توان از آن در محصولات زود برداشت مانند خیار استفاده نمود. سمیت این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم از راه گوارشی و پوستی کم است (LD_{50}>200 mg/kg حاد دهانی و پوستی برای موش صحرایی).

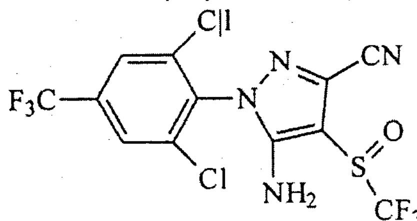
فیپرونیل fipronil

نام تجارتی: Regent®, Prince®

فرمول مولکولی: $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$

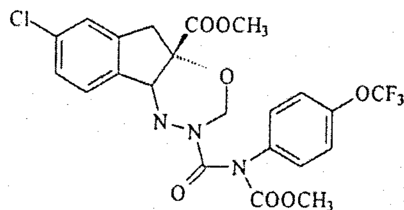
نام شیمیایی:

(±)-5-AMINO-1-(2,6-DICHLORO-ααα-trifluro-p-tolyl-4-ifluoromethylsulfonylpyrazol-3-carbonitriltr



فیپرونیل ترکیبی از گروه فنیل پیرازول (Phenylpyrazole) با خواص حشره کشی جالب توجه است. این ترکیب بر گیرنده های GABA در محل کانالهای یون کلر تأثیر گذاشته و باعث مسدود شدن آنها می شود. حشرات مقاوم یا متحمل به ترکیبات پیرتروییدی، سیکلودینها، سموم فسفره و کاربامات، به این سم حساس هستند. این حشره کش دارای اثرات تماسی، گوارشی با

خواص سیستمیک جزئی در برخی گیاهان است که وقتی به خاک داده شود وارد بافت گیاهان می گردد. این ترکیب بر طیف وسیعی از آفات برگخوار، ساقه خوار، مینوزها و حشرات پیچاننده برگ مؤثر است. سمیت فیپرونیل بری انسان و جانوران خونگرم از راه گوارشی زیاد است. LD_{50} حاد دهانی برای موش صحرایی ۹۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی است، اما سمیت پوستی نسبتاً کمی دارد.



اینداوگزاکارب indoxacarb

نام تجارتی: Avaunt®

فرمول مولکولی: $C_{22}H_{17}ClF_3N_3O_7$

نام شیمیایی:

methyl (S)-N-(7-chloro- 2,3,4a,5-tetrahydro-4a-(methoxycarboxy) indeno [1,2,e][1,3,4] oxadiazin-2-yl-carboxyl]-4-(trifluoromethoxy)carbanilate

ایندوگزاکارب حشره کشی جدید از گروه اگزادیازین (Oxadiazin) است که در سیستم عصبی بر کانالهای سدیم اثر گذاشته و باعث بلوکه شدن آنها می شود. این حشره کش دارای خاصیت تماسی و گوارشی بوده و باعث کاهش تغذیه، فلج شدن و نهایتاً مرگ حشره می شود. این ترکیب با هدف کنترل طیف وسیعی از لارو بالپولکداران برگخوار در مزارع پنبه، سبزیجات و باغات میوه تهیه شده است. سمیت ایندوگزاکارب از راه گوارشی و پوستی برای انسان و جانوران خونگرم کم است (LD_{50}>1500 mg/kg حاد دهانی وLD_{50} >5000 mg/kg حاد پوستی برای موش صحرایی).

فصل هجدهم

جونده کشها

جونده کشها

جوندگان از زیان آورترین آفات کشاورزی هستند. کنترل آنها سابقه بسیار دیرینه ای دارد. آنها در مزارع و انبار روی محصولات کشاورزی ایجاد خسارت می کنند. همچنین دارای اهمیت بهداشتی نیز می باشند. ترکیبات جونده کش از طریق دستگاه گوارش باعث مرگ جونده ها می شوند، ولی مکانیسم آنها متفاوت است. جونده کشها به صورت طعمه مسموم به همراه ماده غذایی مورد علاقه جوندگان مصرف می گردند. در موقع تهیه طعمه ها عمدتاً از گندم، جو، خرده برنج، ذرت، تخم خربزه و غیره استفاده می شود. در امر کنترل جوندگان آشنایی با رفتار و بیولوژی آنها خیلی مهم است، زیرا مثلاً موشها در فصول بهار و تابستان از مواد غذایی تازه و مرطوب و آبدار تغذیه می کنند، در حالی که در فصول پاییز و زمستان تغذیه آنها از مواد غذایی خشک صورت می گیرد و لذا باید این نکته را در موقع تهیه طعمه در نظر داشت. به همین لحاظ مبارزه با جوندگان به ویژه موشهای صحرایی در دو فصل مشخص شامل: ۱- بهار و تابستان، و ۲- پاییز و زمستان صورت می گیرد. امروزه ترکیبات جونده کشی نیز ساخته و به بازار عرضه شده که به صورت چسب می باشند.

خرگوش هم فقط در فصل زمستان با تغذیه از پوست تنه درختان سبب خشک شدن نهالهای جوان می شود و در فصول بهار و تابستان به علت تغذیه از علوفه سبز خسارتی ندارد. جوجه تیغی و یا تشی (Hystricidae) در فصل بهار و تابستان فعالیت شبانه داشته و ایجاد خسارت می کنند، ولی در فصل زمستان تقریباً غیر فعال می باشند. کنترل آنها در اکثر موارد ضروری است. امروزه جوندگان به ویژه موشها یکی از مشکلات جوامع شهری می باشند. جمعیت بالای آنها در شهرهای بزرگ بسیار قابل توجه است. به طور کلی می توان به دو منظور مختلف که بسته به شرایط محیطی، میزان خسارت و جمعیت جونده انتخاب می شوند، از سموم جونده کش استفاده نمود.

۱- قبل از بروز خسارت

در این روش ماده سمی در محل زندگی و رفت و آمد جونده قرار داده می شود و یا بسته به شرایط، در طول فصل رشد محصول مصرف می شود. در مواردی کاربرد سم چند هفته بعد از کاشت محصول و یا از شروع گلدهی تا انتهای فصل رشد انجام می شود. اگر طعمه گذاری به موقع انجام شده باشد، نیاز به مراقبت و در نظر گرفتن دائمی جمعیت جونده نبوده و خصوصاً در مواردی که جمعیت بالایی از موشهای صحرایی در اطراف مناطق مسکونی وجود داشته باشد، بسیار مؤثر واقع می شود.

۲- پس از زمان بروز خسارت

پس از مشاهده علائم خسارت جوندگان در مزارع و منازل کنترل آنها بسیار ضروری است، زیرا در غیر این صورت، خسارت اقتصادی و بهداشتی آن بسیار زیاد خواهد بود.

جونده کشها از حیث عمل و کنترل به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- سموم با اثر تدریجی

این سموم باعث مرگ تدریجی می شوند. طعمه های تهیه شده از این سموم، باید تا زمان مرگ در اختیار جونده باشد. مصرف این طعمه ها، برای دو هفته برای مرگ جوندگان کافی است که البته این زمان بسته به نوع سم و حساسیت گونه متفاوت می باشد. برای حصول اطمینان می توان در فاصله هر ۳ تا ۱۰ روز اقدام به طعمه گذاری نمود.

۲- سموم با اثر حاد

ترکیبات این گروه سریع سبب مرگ جونده می شوند. میزان مصرف آنها در واحد سطح کمتر است به طوری که میزان سم مصرفی در مقایسه با سموم با اثر تدریجی تا حدود یک دهم کاهش می یابد، اما برای حصول اطمینان از تأثیر کافی، اغلب باید تا حدود یک چهارم یا نصف سموم با اثر تدریجی، از این سموم استفاده نمود. برای استفاده از طعمه های تهیه شده از سموم حاد می توان به طور مستقیم اقدام به پخش طعمه ها نمود. معمولاً در مکانهایی که جمعیت جوندگان بالا است، ابتدا اقدام به پیش طعمه گذاری می شود.

پخش طعمه های مسموم

قرار دادن طعمه ها در محل مناسب بسته به نوع طعمه، ماده سمی، تعداد و پراکنش آن متفاوت است. عموماً استفاده از طعمه های کوچک و به تعداد زیاد باعث می شود که همه جوندگان بدون رقابت با هم به میزان کافی به طعمه ها دسترسی داشته باشد. در صورتیکه طعمه های بزرگتر و با تعداد کمتر، از لحاظ نگهداری، حمل و نقل و کاربرد محدودیت دارند؛ البته در حالاتی که پراکنش جانوران محدود به حواشی مزارع باشد تأثیر کافی خواهند داشت. طعمه هایی نظیر میوه جات، سبزیجات و گوشت که به سرعت فاسد می شوند، باید در زمان استفاده روی یک کاغذ یا مقوا قرار داده شوند. ترجیحاً چنین طعمه هایی باید روزانه تهیه و مصرف شوند. حداکثر مقدار طعمه در اولین روزهای طعمه گذاری مصرف می شود. بهترین زمان برای پخش طعمه ها به هنگام غروب آفتاب است. این طعمه ها در حالتی که در نزدیکی مناطق مسکونی و یا محل عبور دام به کار برده شوند باید صبح روز بعد جمع آوری شوند، زیرا اولاً طعمه های مانده برای جوندگان چندان جاذب نیست و از طرف دیگر جمع آوری طعمه ها، مانع مسمومیت حیوانات اهلی می شود. باید توجه داشت که معمولاً تمام سوراخهای موجود در مزرعه، سوراخهای فعال نیستند و برای احتراز

از مصرف بی مورد و بیش از حد، لازم است یک یا چند روز قبل از انجام عملیات مبارزه تمام سوراخها را مسدود کرده و در روزهای بعد، جلوی لانه های باز شده اقدام به طعمه گذاری شود.

سایر روشهای کاربرد سموم جونده کش

اگر چه استفاده از طعمه های مسموم به عنوان ساده ترین و مؤثرترین روش در کنترل جوندگان به شمار می رود، اما گاهی جوندگان تمایل کمتری به تغذیه از طعمه های مسموم از خود نشان می دهند که در این حالات استفاده از سایر روشها مفید خواهد بود.

استفاده از سموم به صورت گرد

در حالاتی که جونده به تماس با گرد حاوی مواد سمی بی توجه است، مقداری از این مواد به بدن آن می چسبد و چون جوندگان عادت به لیسیدن و تمیز کردن خود دارند، لذا مقداری از این سموم وارد بدن آنها شده و سبب مسمومیت آنها می شود. از آنجاییکه مقدار بسیار کمی از گرد وارد بدن جونده می شود، بنابراین لازم است که غلظت سم مصرفی زیاد باشد. به طور کلی غلظت سم ۲۰ تا ۴۰ برابر مقداری است که برای تهیه طعمه مسموم استفاده می شود. تعداد زیادی از سموم ضد انعقاد خون و برخی از سموم با اثر حاد که به صورت گرد هستند، در این زمینه مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً سموم گردی به صورت لایه ای نازک به ضخامت ۲ میلیمتر در مکانهایی که جوندگان رفت و آمد دارند ریخته می شوند و برای حصول اطمینان بیشتر لازم است گردپاشی بعد از چند روز مجدداً تکرار شود. سموم گردی را می توان توسط دستگاههای گردپاش به داخل لانه جوندگان نیز وارد نمود. امتیاز سموم گردی نسبت به طعمه های مسموم مدت اثر طولانی تر آنهاست. اما این شکل مصرف دو عیب عمده نیز دارد؛ اولاً به دلیل مصرف غلظت بالای سم هزینه ها افزایش می یابد و ثانیاً احتمال مسمومیت سایر جانوران نیز بیشتر است.

گازدهی

سموم گازی متعددی برای مبارزه با جوندگان به کار می روند. در استفاده از این روش هزینه و ایمنی اهمیت زیادی دارد. سموم گازی در اماکن سربسته مانند انبارها، و باز یعنی مزرعه برای مبارزه با موشها قابل استفاده می شوند. در این رابطه می توان از قرصهای فسفید آلومینیوم و یا پودر سیانید کلسیم یا سدیم استفاده نمود. آنها وقتی در معرض رطوبت قرار می گیرند به ترتیب گازهای کشنده PH_3 و HCN را از خود متصاعد می کنند. استفاده از این فرمولاسیونها در خاکهای مرطوب و سنگین در امر مبارزه با جوندگان بسیار مؤثر است. این سموم را در داخل لانه جونده ریخته و سپس دهانه لانه را توسط خاک مسدود می کنند. گاهی اوقات نیز عملیات گازدهی توسط دستگاههای خاص انجام می گیرد.

سموم جونده کش

امروزه از گروههای سمی زیر در کنترل جوندگان استفاده می شود:

۱- جونده کشهای گازی و یا تدخینی: این سموم بیشتر برای کنترل موشهای انباری، در کشتیهای حمل بار و اماکن سربسته استفاده می شوند. از این دسته می توان سیانور کلسیم، متیل بروماید، فسفید آلومینیوم و گاز کربنیک را نام برد.

۲- جونده کشهای معدنی: اغلب این مواد ترکیباتی بسیار خطرناک و سمی هستند و به هیچ وجه نمی توان آنها را برای استفاده به اشخاص غیر متخصص توصیه نمود. فسفردوزنگ، سولفات تالیوم و کربنات باریوم از این گروهند.

۳- جونده کشهای آلی

۳-۱- جونده کشهای ضد انعقادی (سموم کومارینی): مکانیسم عمل این ترکیبات ممانعت از تشکیل ویتامین K ونیز آسیب رساندن به جدار مویرگها و ایجاد خونریزی است. در نتیجه خون جانور جاری شده و منعقد نمی شود. از این دسته می توان وارفارین و کوماکلر را نام برد.

۳-۲- جونده کشهای ضد انعقادی (مشتقات ایندندیون): این ترکیبات نظیر مشتقات کومارینی از انعقاد خون ممانعت می کنند. از این گروه می توان ترکیبات پیوال و دیفاسینون را نام برد.

۳-۴- سموم جونده کش متفرقه: این گروه غالباً در برگیرنده سموم با اثر حاد مانند آنتو، کاستریکس، فلوئوروااستات سدیم و غیره می باشد.

الف- جونده کشهای معدنی

برای کنترل جوندگان از سموم معدنی نظیر فسفوردوزنگ، سولفات تالیوم و ترکیبات آلی مصنوعی استفاده می گردد که در اینجا به شرح برخی از آنها پرداخته می شود:

۱- فسفور دوزنگ zinc phosphide

نام تجارتی: Ratol

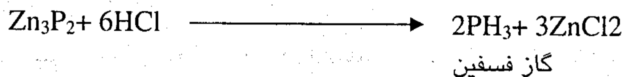
نام شیمیایی: Trizinc diphosphid

فرمول شیمیایی: Zn_3P_2

وزنمولکولی: ۲۵۸/۱

فسفر دوزنگ خالص به شکل گردی بوده و بوی سیر می دهد و تحت تأثیر رطوبت و مواد اسیدی تجزیه می شود. این سم یکی از پرمصرف ترین ترکیبات معدنی بوده و ماده فعال آن Zn_3P_2 به صورت پودری سیاه یا خاکستری رنگ می باشد. در فشار بخار صفر به حالت خشک است و نقطه ذوب آن بیش از ٤٢٠ درجه سانتیگراد می باشد. این ترکیب در برابر مواد اسیدی

شدیداً واکنش نشان داده و تولید گاز سمی فسفین می نماید. فسفر دوزنگ در آب نامحلول بوده و در حالت خشک فاقد خاصیت تبخیری است. هنگامی که این سم وارد بدن جانور می شود، تحت تأثیر اسید معده تولید گاز فسفین می کند که این گاز بعد از ورود به خون و انتقال به سیستم عصبی باعث اختلالات عصبی شده و قلب، کلیه ها، کبد و سایر اعضای بدن جانور را نیز از کار می اندازد. واکنش تجزیه فسفر دوزنگ در معده یک جانور به صورت زیر است:



برخی از جوندگان که در معده آنها اسید کلریدریک چندانی وجود ندارد، به این سم مقاومت نشان می دهند. به طور کلی مقاومت جوندگان به فسفید روی بستگی به حجم یا جثه بدن، وضعیت فیزیولوژیکی، سن و دیگر خصوصیات جانور دارد. این سم برای انسان و دیگر پستانداران بسیار خطرناک و سمی بوده و ۵۰ درصد حداقل دز کشنده آن ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. در جوندگانی که از این سم تغذیه کرده اند مسمومیت مزمن مشاهده نشده است. این سم در معده جانوران مرده به طور کامل تجزیه می شود و بنابراین مسمومیت ثانویه جانوران شکارچی که از جانوران مرده تغذیه می کنند نادر است.

دوام طعمه مسموم تهیه شده از این سم بستگی به نوع ماده غذایی دارد که از آن در تهیه طعمه استفاده می شود. از آنجایی که موشها در فصول بهار و تابستان از مواد غذایی تازه و مرطوب استفاده می نمایند، بنابراین در موقع تهیه سم می توان سم فوق را به ماده غذایی تازه اضافه کرده و مصرف نمود. ولی برای تهیه طعمه پاییزه و زمستانه از مواد غذایی خشک استفاده می شود. برای اینکه سم به ماده غذایی بچسبد به ماده غذایی روغن اضافه می کنند تا بتوان آن را به سم آغشته نمود. بدین منظور به ازای هر ۱۰۰ گرم ماده غذایی ۲ تا ۳ گرم روغن به آن اضافه نموده، سپس به هم زده تا ماده غذایی کاملاً به روغن آغشته گردد؛ آنگاه ۳-۵ گرم سم به آن اضافه می نمایند و دوباره آن را به هم می زنند تا ماده غذایی کاملاً به سم آغشته شود.

در مورد مسمومین، شستشوی معده با خوراندن داروهای قی آور نظیر پرمنگنات صورت می گیرد و بدین ترتیب، فرد مسموم را وادار به بالا آوردن می کنند تا از جذب PH_3 توسط خون جلوگیری شود.

نحوه تأثیر: این سم، موش کشی گوارشی است که در اثر واکنش با اسیدهای معدی فسفین آزاد می کند و این گاز وارد جریان خون شده و کلیه ها، کبد و قلب را از کار می اندازد.

موارد مصرف: این سم برای کنترل موشهای خانگی و مزارع غلات، یونجه، باغات میوه و نیشکر به میزان ۳-۵ درصد طعمه مسموم توصیه می شود.

۲- سولفات تالیوم (thallium sulfate)

نام تجارتی: زلیو، تتراتین و راتوکس

فرمول مولکولی: TL_2SO_4

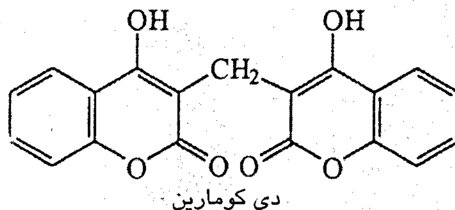
این سم بدون رنگ و طعم بوده و دارای نقطه ذوب ٦٣٢ درجه سانتیگراد و فشار بخار صفر است. علاوه بر این، دارای خاصیت تجمعی نیز می باشد. گاهی به عنوان سم ضد مورچه هم مصرف می شود. از طریق پوست نیز جذب شده و بسیار خطرناک است. از این سم نوعی خمیر به نام خمیر زلیو تهیه می نمایند. علاوه بر این، دانه های آلوده به خمیر زلیو نیز به بازار عرضه شده است. در تهیه طعمه مسموم برای کنترل موشها از آن استفاده می شود. این سم در شرایط طبیعی انبار بسیار پایدار است. روی آهن کمی خوردگی ایجاد می کند. در آب به میزان ٤/٨٧ گرم در ۱۰۰ گرم حل شده، ولی در حلالهای آلی حل نمی شود. از نظر تأثیر جزء فلزات مسموم کننده محسوب می گردد. نحوه تاثیر آن به گونه ای است که سبب توقف فعالیت آنزیمهای سلولی می شود. اثر کشندگی آن روی برخی از حشرات از طریق گوارشی است. در صورت مسمومیت، خوراندن داروهای قی آور و نوشاندن مایعاتی نظیر شیر توصیه می شود و پزشک می تواند ۲ میلی گرم هیپوسولفیت به آهستگی در رگ فرد مسموم تزریق نماید.

تجزیه و متابولیسم: به آسانی متابولیزه نمی شود و دوام زیادی دارد.

از دیگر سموم این گروه می توان به اکسید آرسنیک، آرسنیت پتاسیم و آرسنیت سدیم اشاره نمود.

ب- سموم جونده کش آلی (کومارینی)

در سال ۱۹۲۲ یک دامپزشک کانادایی در حالی که روی بیماری شبدر کوهی در گاوها مطالعه می کرد، متوجه شد که خون حیوانات مبتلا به این بیماری بسیار روان بوده و لخته نمی شود. مطالعات بعدی مشخص کرد که علت این بیماری تغذیه حیوان از شبدری آلوده به قارچ بوده که این قارچ توانسته بود کومارین موجود در شبدر را که به صورت اسانس است به دی کومارین تبدیل نماید. دی کومارین هسته مرکزی در همه ترکیبات ضد انعقادی می باشد.



دی کومارین

ترکیبات ضد انعقادی خون شامل مشتقات کومارین و ۱ و ۳ ایندادیونل می باشند. این سموم فرآیند تشکیل پروترومبین که باعث انعقاد خون می شود را در بدن موجود زنده متوقف نموده و همزمان در رگهای بدن جانور آسیب ایجاد می کنند، در نتیجه، جانور به دلیل خونریزی می میرد و هیچگونه مقاومتی در آن ایجاد نمی گردد. چون جدار رگهای مویین نازکتر هستند، لذا خونریزی در قسمتهایی از بدن مانند ریه ها و مغز که در آنها تعداد رگهای مویین بیشتر است به وقوع می پیوندد. یکی از نکات جالب توجه در مورد این ترکیبات این است که جوندگان مسمومیت را حس نمی کنند و به همین دلیل به خوردن طعمه مسموم ادامه می دهند و در نتیجه بدون احساس درد می میرند، همانند آنکه جونده مرگ طبیعی داشته باشد.

اثر این سموم وقتی تشدید می شود که جانور چندین دز بسیار کم را در طی چند روز پی در پی خورده باشد. در حالیکه یک دز، آن را نمی کشد. این خصوصیت جونده کشهای ضد انعقادی، کاربرد آنها را برای کنترل جوندگان در شرایط مزرعه نامناسب می سازد، به علاوه میزان سمیت جونده کشهای ضدانعقادی توسط ویتامین k موجود در گیاهان کاهش پیدا می کند. مشتقات کومارین ایندادیون به نحو قابل توجهی سمیت کمتری برای انسان، جانوران و پرندگان دارند. از این سموم در محلهایی که احشام رفت و آمد دارند و نیز در انبارهای غله برای کنترل جوندگان استفاده می شود.

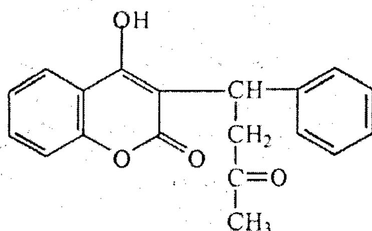
۱- وارفارین (warfarin)

نام تجارتی: W.A.R.F ،Zoocoumarin ،Cumafen

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{16}O_4$

نام شیمیایی: 4-hydroxy-3-(3-oxo-1-phenylbutyl) coumarin

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: خاصیت موش کشی این سم در سال ۱۹٤٤ توسط کینک و همکاران کشف و بعدها شرکتهای مختلف آنرا فرموله و به بازار عرضه کردند. خالص آن به صورت کریستالهای سفیدرنگ، بدون بو و مزه می باشد. دارای وزنمولکولی ۳۰۸/۲۲، نقطه ذوب ۱۵۹-۱٦۱ درجه سانتیگراد و فشار بخار حدود ۹×۱۰^{-۲} در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در آب غیر قابل حل بوده، ولی در حلالهای آلی و مواد قلیایی به خوبی حل می شود. متابولیت آن در حیوانات ٤-٦-۷ و ۸- هیدروکسی کومارین می باشد.

خاصیت موش کشی ایزومر S هفت برابر ایزومر R است.

نحوه تأثیر: موش کشی است آنتی کواگولانت که با کاهش پروترومبین خون باعث خونریزی داخلی می شود.

میزان مصرف: ۲-۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن باعث ۱۰۰ درصد مرگ در موشهای صحرایی می شود.

موارد مصرف: از این سم به صورت توده مسموم ۵ درصد برای تهیه طعمه مسموم علیه موشهای انباری (خانگی، قهوه ای، سیاه و مهاجر) استفاده می شود. جوندگان مسموم ۴-۵ روز پس از مسمومیت می میرند. برای تهیه طعمه مسموم از قطعات نان به تنهایی و یا تکه های کوچک گوشت و ماهی استفاده می کنند.

فرمولاسیون: به صورت طعمه مسموم، مخلوط با پیندون، کالسفرول و سولفوکوئینوکسالین موجود است. وارفارین به صورت سفیدرنگ محتوی ۰/۵ درصد ماده مؤثره بوده و ماده همراه آن نشاسته می باشد.

مقدار مصرف: باید طبق دستور برچسب سم عمل می شود.

سمیت روی سایر موجودات: برای انسان و دیگر جانوران خونگرم به شدت سمی است. از طریق پوست نیز ایجاد مسمومیت می کند.

پادزهر: ویتامین K.

ملاحظات: به علت دارا بودن خاصیت ضد انعقادی، از نمک سدیم آن برای کاهش خطر انعقاد خون در انسان استفاده می شود.

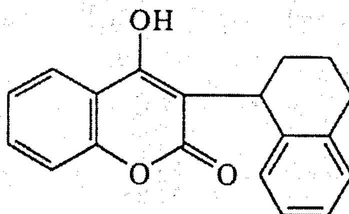
۲- کوماتترالیل (coumatetralyl)

نام تجارتی: راکومین

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{16}O_3$

نام شیمیایی: 4-hydroxy-3-(1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl)coumarin

ساختمان شیمیایی:



مشخصات: این سم ابتدا در سال ۱۹٦۵ توسط هومان و هومبرشر تهیه شده و سپس شرکت بایر آن را ساخته و به بازار عرضه کرده است. راکومین خالص به فرم جامد، بی بو و زرد رنگ بوده و در دمای ۱۷۲ تا ۱۷٦ درجه سانتیگراد ذوب می شود. وزنمولکولی آن ۲۹۲/۲ بوده و فشار بخار بسیار پایینی دارد. تا دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد مقاوم بوده و هیدرولیز نمی شود. به صورت گرد راکومین دارای ۰/۷۵ درصد ماده خالص است و طعمه مسموم آن دارای ۵ درصد راکومین می باشد. در آب ۲۰ درجه سانتیگراد به نسبت ۱۰ میلی گرم در لیتر و در مواد قلیایی، استون، الکل و دی متیل فرمالدئید به راحتی حل می شود. برای جلوگیری از کپک زدن، به طعمه مسموم مقداری ماده قارچکش اضافه می کنند تا در محلهای مرطوب آلوده به کپک نشود. در صورتی که بخواهند آن را مستقیماً مصرف نمایند باید یک قسمت سم را به ۱۹ قسمت ماده غذایی مورد علاقه جانور اضافه کنند. در مورد موشهایی نظیر *Rattus rattus* و موش خانگی *Mus musculus* که مقاومت بیشتری به راکومین نشان می دهند، بایستی مقدار بیشتری سم مصرف نمود تا باعث مرگ آنها گردد.

نحوه تأثیر: موش کشی است آنتی کواگولانت که به وسیله متوقف کردن سنتز پروترومبین مانع انعقاد خون می گردد.

میزان مصرف: طبق دستور برچسب سم عمل گردد.

موارد مصرف: علیه موشهای انباری (خانگی، قهوه ای، سیاه و مهاجر) به کار برده می شود.

سمیت روی سایر موجودات: LD_{50} آن ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی و ۶۷-۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر برای ماهیها می باشد.

پادزهر: ویتامین K.

ملاحظات: طعمه مسموم این سم باعث ترس موش نمی شود.

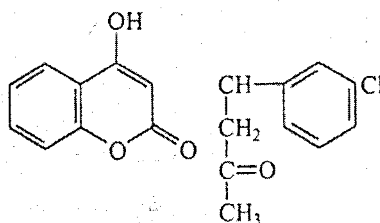
۳- کوماکلر (coumachlor)

نام تجارتی: تومورین و راتیلان

فرمول مولکولی: $C_{19}H_{15}ClO_4$

نام شیمیایی: 3-(1-(4-chlorophenyl)-3-oxobutyl)-4-hydroxycoumarin

ساختار شیمیایی:



مشخصات: این سم در سال ۱۹۵۳ توسط ویسمن معرفی شده و شرکت سیباگایگی آن را فرموله و وارد بازار نموده است. دارای وزنمولکولی ٣٤٢/٧٩ و نقطه ذوب ١٦٠-١٦٢ درجه سانتیگراد بوده و فشار بخار آن در دمای معمولی بسیار کم است. بسیار پایدار بوده و حتی در برابر اسیدهای بسیار قوی نیز پایدار می باشد. در ظروف فلزی هیچ اثر سوئی ایجاد نمی کند. این ترکیب در آب نامحلول بوده ولی در اتر، الکل، استون و کلروفرم محلول است. مانع انعقاد خون شده و سبب ادامه خونریزی می شود. از آن برای مبارزه با موشها استفاده می گردد.

نحوه تأثیر: موش کشی آنتی کواگولانت و بازدارنده انعقاد خون می باشد.

موارد مصرف: علیه موشهای انباری (خانگی، قهوه ای، سیاه و مهاجر) مصرف می شود.

مقدار مصرف: باید طبق دستور برچسب سم عمل شود.

سمیت روی موجودات زنده: LD_{50} آن ۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق دهانی است.

پادزهر: ویتامین K.

ملاحظات: طعمه مسموم این سم باعث ترس موش نمی شود.

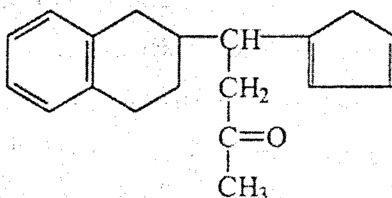
۴- کومافوریل (coumafuryl)

نام تجارتی: Fumarin ،Fumarol

فرمول مولکولی: $C_{17}H_{14}O_5$

نام شیمیایی: 3-(1-(2-furanyl)-3-oxobutyl)-4-hydroxycoumarin

ساختار شیمیایی:



موارد مصرف: کومافوریل برای کنترل موشهای بزرگ، موش خانگی و مخصوصاً موشهای مهاجر به کار می رود.

میزان مصرف: برای تهیه طعمه مسموم می توان از دانه های غلات استفاده نمود که در این مورد یک قسمت سم با ۱۹ قسمت دانه غلات مخلوط می شود. البته بر حسب نیاز می توان مقداری روغن و شکر به میزان ۵ درصد نیز به آن اضافه کرد. از نمک سدیم این ترکیب می توان برای تهیه آب مسموم استفاده نمود.

فرمولاسیون: این ترکیب به صورت گرد ۰/۰۲۵ درصد و نیز نمکهای قابل حل در آب فرموله شده است.

سمیت روی سایر موجودات: این سم برای انسان و جانوران خونگرم بسیار سمی است، به طوری که LD_{50} آن از طریق حاد دهانی برای موش صحرایی ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

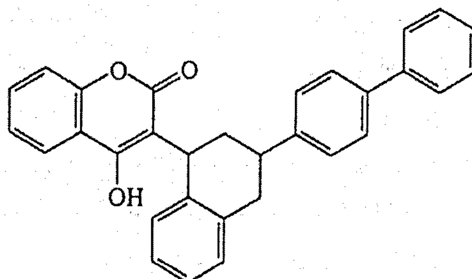
۵- دیفناکوم (difenacoum)

نام تجارتی: راتاک و نئوسورکس

فرمول مولکولی: $C_{31}H_{24}O_3$

نام شیمیایی: 3-3-(biphenyl-4-yl-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl-4-hydroxycoumarin

ساختار شیمیایی:



خاصیت موش کشی این سم در سال ۱۹۷۵ توسط هاسلر کشف شد و شرکتهای ای.اس.آی و سورکس آن را سنتز و به بازار عرضه کردند. فرم خالص آن به شکل بلورهای سفید رنگ با نقطه ذوب ۲۱۵-۲۱۷ درجه سانتیگراد، فشار بخار $۱/٦×۱۰^{-۶}$ میلی بار در دمای ٤٥ درجه سانتیگراد و وزنمولکولی آن ٤٤٤/٥۴ است. در ظروف فلزی ایجاد خوردگی نمی کند. در آب نامحلول است، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این سم به صورت طعمه مورد استفاده قرار می گیرد و مقدار مصرف آن برای تهیه طعمه مسموم یک گرم ماده مؤثره به ازای یک کیلوگرم طعمه می باشد. این سم برای انسان و جانوران خونگرم بسیار سمی است.

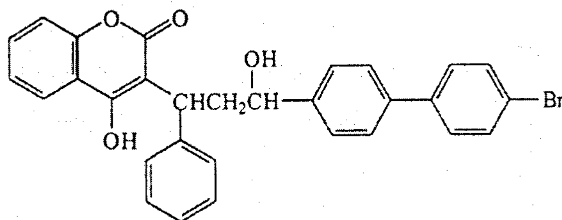
۶- برومادیولون (bromadiolone)

نام تجارتی: کوانتراک، برومون، ماکی و راتیمون

فرمول مولکولی: $C_3H_{23}BrO_4$

نام شیمیایی: bromobiphenyl-4-yl-3-hydroxy-1-phenylpropyl-4-hydroxycoumarin

ساختار شیمیایی:



مشخصات: خاصیت موش کشی این سم در سال ۱۹۷٦ توسط گرند کشف گردید و سپس شرکت لیفا آن را ساخته و به بازار عرضه نمود. فرم خالص آن به شکل پودری شیری رنگ و بدون بو با نقطه ذوب ۲۰۰-۲۱۰ درجه سانتیگراد می باشد. دارای وزنمولکولی ٥۲۷/٤ و فشار بخار $۲×۱۰^{-۸}$ میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در شرایط انبار از ثبات قابل توجهی برخوردار می باشد. در روی ظروف فلزی خاصیت خورندگی ندارد. این سم در آب، اتر و هگزان تقریباً نامحلول است. مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می کند. به صورت طعمه مسموم برای کنترل موشها توصیه می شود. LD_{50} آن از طریق دهانی برای موش صحرایی برابر با ۱/۱۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن است.

نحوه تأثیر: تشکیل پروترومبین را متوقف کرده و باعث خونریزی داخلی می شود.

مقدار مصرف: به صورت طعمه آماده مصرف موجود است.

موارد مصرف: جهت مبارزه با موش ورامین و انباری مورد استفاده قرار می گیرد.

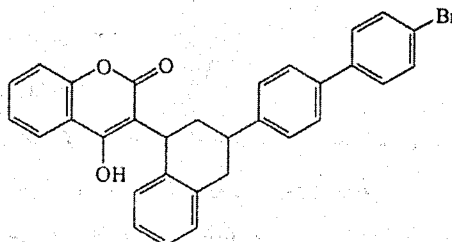
۷- برودیفاکوم (**brodifacoum**)

نام تجارتی: Talon ،Klerat ،Mouser

فرمول مولکولی: $C_{31}H_{23}BrO_3$

نام شیمیایی: 3-(3-4'-bromobiphenyl)-4-yl-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthalenyl)-4-hydroxy-2H-1-benzopyran 2-one

ساختار شیمیایی:



این ترکیب یک جونده کش ضد انعقادی برم دار است که برای کنترل انواع جوندگان خصوصاً موش ورامین، موش خانگی و موشهای انباری سیاه و قهوه ای توصیه می شود. قدرت کشندگی آن از پیندون و وارفارین بیشتر است. برای انسان و جانوران خونگرم نیز بسیار سمی می باشد.

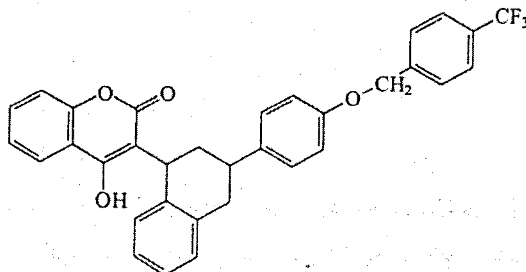
۸- فلوکومافن (**flocoumafen**)

نام تجارتی: Stratagen ،Strom

فرمول مولکولی: $C_{33}H_{25}F_3O_4$

نام شیمیایی:

4-hydroxy-3-(l-1,2,3,4-tetrahydro-3-(4-(4-tetrafluoromethylbenzyloxy)phenyl-1-naphthyl)coumarin



خاصیت موش کشی این سم در سال ۱۹۸٤ توسط بیولیر و همکاران شناسایی شد. فرم خالص آن جامد و سفید رنگ است. دارای وزنمولکولی ٥٤٢/٦ و نقطه ذوب ۱۸۱-۱۹۱ درجه سانتیگراد در

فشار بخار ۱۳۳ پیکوپاسکال می باشد. در شرایط عادی کاملاً پایدار است. در آب به مقدار کم، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این سم مانع انعقاد خون بوده و برای کنترل جوندگان قابل توصیه می باشد. LD_{50} آن ۰/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی از طریق گوارشی است.

۹- سولفاکوئینوکسالین

نام تجاری: آنتی کا و سولفا- کیو ۲۲

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{12}N_4O_2S$

کلروفاسینون یک سم آنتی کواگولانت است که ابتدا توسط شرکتهای مرک و پروشیم ساخته و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن به شکل پودری بدون رنگ و بو است. دارای وزنمولکولی ۳۰۰/۳٤، نقطه ذوب ۲٤۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار $1/23 \times 10^{-6}$ میلی بار می باشد. در روی ظروف فلزی خاصیت خورندگی ندارد. در شرایط عادی بسیار پایدار می باشد. در آب به مقدار خیلی کم حل می شود. این ترکیب به صورت طعمه مسموم به بازار عرضه شده است. LD_{50} آن ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق گوارشی برای موش صحرایی می باشد. این سم باکتریهای مولد ویتامین K را از بین برده و در نتیجه مانع دفاع در برابر مواد ضد انعقادی می شود. در پستانداران از طریق کلیه ها دفع می گردد.

موارد مصرف: علیه موشهای انباری و ورامین مورد استفاده قرار می گیرد.

مقدار مصرف: به صورت طعمه آماده مصرف موجود است.

پادزهر: ویتامین K

ملاحظات: این سم از ترکیب سولفاکوئینوکسالین و کلروفاسینون تشکیل شده است.

۱۰- پیرانوکومارین

نامهای تجاری: کوموپیرین، سیکلوکارمارول

فرمول مولکولی: $C_{20}H_{18}O_4$

این سم توسط شرکت شرینگ سنتز و فرموله می شود. دارای وزنمولکولی ۳۲۲/۳٦ و نقطه ذوب ۱٦۴-۱٦٦ درجه سانتیگراد بوده و در موقع جوشیدن تجزیه می شود. فشار بخار آن بسیار پایین است. در ظروف فلزی ایجاد خوردگی نمی کند. فرم خالص آن به صورت بلورهای بیرنگ و بدون بو است. مانع انعقاد خون شده و از تشکیل و تولید پروترومبین ممانعت می کند. LD_{50} آن ۷-۱۴

میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق گوارشی برای موش صحرایی است. به صورت طعمه مسموم مصرف می گردد.

۱۱- آکتوسینوپ

این ترکیب از اختلاط وارفارین و پی وال تهیه و بدست می آید و دارای خاصیت موش کشی قابل توجهی می باشد. LD_{50} آن ۱۵-۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد. در دمای ۱۰۸/۵ تا ۱۱۰/۵ درجه سانتیگراد ذوب می شود.

پ- مشتقات ایندندیون

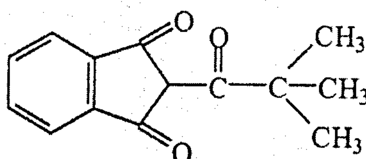
۱- پیندون

نام تجارتی: پی والین یا پی وال

فرمول مولکولی: $C_{14}H_{14}O_3$

نام شیمیایی: 2-(2,2-dimethyl-1-oxophenyl)-1H-inden-1,3(2H)dione

ساختار شیمیایی:



پیندون در سال ۱۹۴۲ توسط شدکت موتومکو ساخته و به بازار عرضه شد. این سم از مشتقات ایندانديون بوده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می کند. فرم خالص آن به صورت جسم زردرنگی است که در آب غیر محلول بوده، ولی در اکثر حلالهای آلی قابل حل می باشد. خاصیت آن در صورت مخلوط شدن با وارفارین تشدید می گردد. دارای وزنمولکولی ۲۳۰/۲۵ و نقطه ذوب ۱۰۹-۱۱۰ درجه سانتیگراد بوده و فشار بخار آن بسیار پایین است.

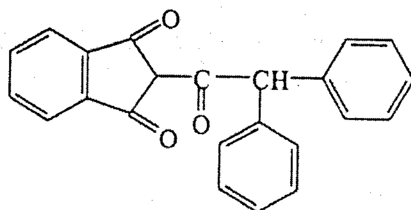
۲- دایفاسینون

نام تجاری: راتیندان، دایفاسین، دایفاسینون رامیک

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{16}O_3$

نام شیمیایی: 2-(diphenyllacetyl)indan-1,3-dione

ساختار شیمیایی:



این سم توسط شرکت ولسیکول به بازار عرضه شده است. فرم خالص آن به شکل بلورهای زردرنگ بوده و دارای فشار بخار بسیار پایین می باشد. در محیطهای اسیدی و قلیایی ضعیف پایدار است. در ظروف فلزی خوردگی ایجاد نمی کند. وزنمولکولی آن ۳٤۰/۳۸ می باشد. هر دو ماده به فرم خالص به صورت پودر کریستال سفید رنگی هستند که در آب غیر قابل حل و از پایداری زیادی برخوردارند. این مواد از نظر خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بسیار شبیه هم هستند. دایفاسینون و راتیندان ۲ همانند وارفارین دارای خواص ضد انعقاد خون می باشند، اما دارای سمیت بیشتری (به ویژه دایفاسینون) برای موشها هستند، به طوری که سمیت آنها برای موشها ۲ تا ۱۰ برابر سمیت وارفارین است. LD_{50} آن ۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن بوده و سمیت خیلی شدیدی برای انسان دارد. دایفاسینون به صورت پودر سفید رنگ متمایل به آبی بوده و دارای ۵ درصد ماده مؤثر است. ماده همراه آن نشاسته ذرت می باشد. از این فرمولاسیون به میزان ۳ درصد برای تهیه طعمه مسموم استفاده می شود.

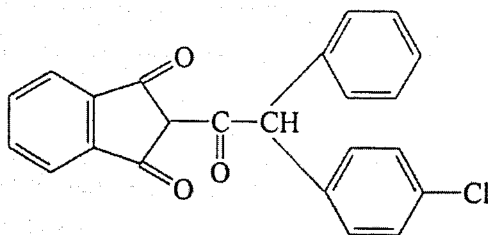
۳- کلروفاسینون

نام تجارتی: راویاک، کاید، درات، ساویاک و لیپیت

فرمول مولکولی: $C_{23}H_{15}ClO_3$

نام شیمیایی: 2-(2-(4-chlorophenyl)-2-phenylacethyl)-1,3-indandione

ساختار شیمیایی:



این سم در سال ۱۹٦۱ توسط شرکت لیفا سنتز و به بازار عرضه شد. فرم خالص آن به شکل پودر زرد کمرنگ با نقطه ذوب ۱٤۰ درجه سانتیگراد می باشد. دارای وزنمولکولی ۳۷٤/۸۳، نقطه

جوش ۲٤۰ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۸ میلی بار و فشار بخار بسیار پایین است. این سم در شرایط انبار بسیار باثبات می باشد. در آب به مقدار بسیار کم، ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این سم مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین ممانعت می کند.

این ترکیب به صورت امولسیون روغنی ۲/۵ در هزار و به حالت گرد در طعمه مسموم به مقدار ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم توصیه می شود. LD_{50} آن ۲۰/۵میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق گوارشی برای موش صحرایی است. در دز توصیه شده برای زنبور عسل سمیتی ندارد. ۹۰ درصد این سم پس از خورده شدن، پس از گذشت ٤۸ ساعت از طریق مدفوع دفع می شود.

ت- جونده کشهای گیاهی

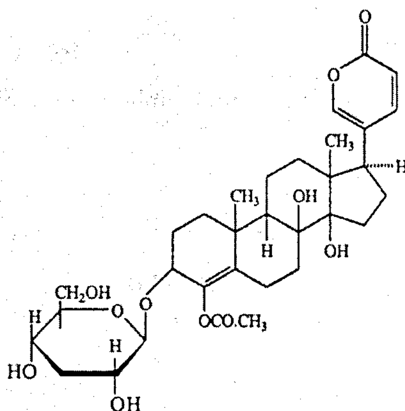
۱- سیلیروساید

نام تجاری: Squill ،Scilliroson ،Roden

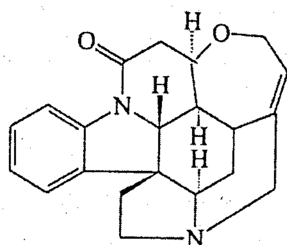
فرمول مولکولی: $C_{32}H_{44}O_{12}$

نام شیمیایی: 3β-6β-acetyloxy-3-(β-D-glucopyranosyloxy)-8-14-diyhydroxybuthyl-4,20,22-trienolid

ساختار شیمیایی:



این ترکیب آلکالوئیدی است که از گیاه *Surginea (Scilla) maritima* به طور مصنوعی ساخته شده است. تأثیر این ماده روی قلب جانور است، اما از عمل استفراغ در موشها نیز جلوگیری می کند که این امر، خود به جذب بیشتر ماده سمی کمک می نماید. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است.



۲- استریکنین

نام تجاری: Certox

نام شیمیایی: Strychnidin-10-one

این ترکیب آلکالوئیدی است که از بذر گیاه بومی هندوستان به نام *Strychnos noxvomica* استخراج می شود و برای مبارزه با انواع موشها و نیز سایر جوندگان و حتی سگ و گراز مورد استفاده قرار می گیرد. استریکنین به صورت گردهای غلیظ و نیز طعمه مسموم فرموله شده است. با تأثیر بر بخش نخاعی سیستم عصبی باعث فلج شدن جانور شده و ظرف مدت ۵ تا ۳۰ دقیقه آن را از پای در می آورد. این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم بسیار سمی است.

ث- جونده کشهای فسفره

در این گروه تنها یک ترکیب وجود دارد که مدت کوتاهی برای مبارزه با جوندگان مورد استفاده قرار گرفت، اما پس از آن کنار گذاشته شد.

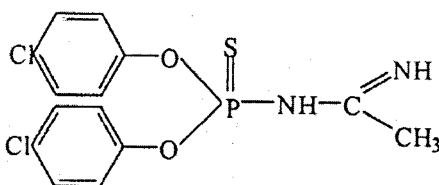
۱- فوزاکتیم

نام تجاری: Gophacide

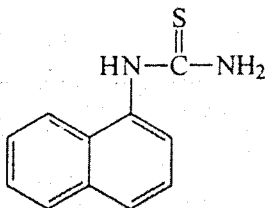
فرمول مولکولی: $C_{14}H_{13}N_2Cl_2O_2PS$

نام شیمیایی: O,O-Bis(4-chlorophenyl)acetimidoylphosphoroamidothioate

ساختار شیمیایی:



فوزاکتیم مانند سایر سموم فسفره بازدارنده آنزیم حیاتی استیل کولین استراز است، اما با وجود قابلیت موش کشی زیاد امروزه جای خود را به سموم ضد انعقادی داده است. سمیت این ترکیب برای انسان و جانوران خونگرم زیاد می باشد.



ج- جونده کشهای تیوره

۱- آنتو

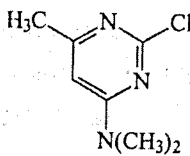
نام تجارتی: کرایسید

فرمول مولکولی: $C_{11}H_{10}N_2S$

نام شیمیایی: 1-naphthalenyl thiourea

این سم نخستین بار در سال ۱۹٤۵ به بازار عرضه شد و در حال حاضر کارخانجات متعددی آنرا فرموله می نمایند. دارای وزنمولکولی ۲۰۲/۲ است. به صورت کریستالهای سفید و متبلور می باشد. دارای نقطه ذوب ۱۹۸ درجه سانتیگراد و فشار بخار کمتر از 10^{-5} میلی بار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. در آب به میزان خیلی کم حل شده، ولی در اکثر حلالهای آلی به خوبی حل می شود. در محیطهای قلیایی نفتیل تیوره به نفتیل آمین تجزیه می گردد. آنتو یک جونده کش گوارشی بوده که پس از وارد شدن به بدن و حل شدن در شیره معده، وارد خون شده و از میزان هموگلوبین خون شدیداً می کاهد و در نتیجه، جانوران مسموم در اثر توقف تنفس از بین می روند. موشهای صحرایی و سایر موشها به این سم بسیار حساس هستند و در مدت ۱۲-۷۲ ساعت از بین می روند، ولی موشهایی که دزهای زیر کشنده از سم را دریافت کرده باشند به این سم افزایش مقاومت نشان می دهند. LD_{50} آن ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای انسان و جانوران خونگرم است. این سم خاصیت تجمعی ندارد. عموماً برای تهیه طعمه مسموم به میزان ۰/۵-۱۰ درصد از ماده خالص استفاده می شود. مصرف مکرر این سم توصیه نمی گردد. جوندگان به بوی تند این طعمه واکنش نشان می دهند که این باعث کاهش تأثیر آن می گردد و لازم است با جونده کشهای ضد انعقاد خون جایگزین شود.

چ- جونده کشهای پیریمیدینامین



۱- کریمیدین

نام تجاری: کاستریکس

فرمول مولکولی: $C_7H_{10}ClN_3$

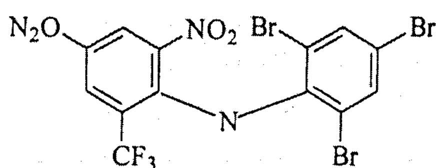
نام شیمیایی: 2-chloro-N,N,6-trimethyl pyrimidin 4-ylamine

دارای وزنمولکولی ۱۷۱/٦٤، نقطه جوش ۱٤۰-۱٤۷ درجه سانتیگراد در فشار ۰/۳ میلی بار، نقطه ذوب ۸۷ درجه سانتیگراد و فشار بخار کمتر از 10^{-5} میلی بار در ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. فرم خالص این سم به شکل بلورهای بیرنگ است ولی تکنیکال آن قهوه ای و مومی شکل می باشد. در ظروف فلزی خوردگی ایجاد نمی کند. در محیط خنثی پایدار بوده، ولی در محیطهای قلیایی و

اسیدی ناپایدار است. این ترکیب با سایر سموم قابل اختلاط نیست. به صورت دانه های آلوده به سم به نسبت یک در هزار مصرف می شود. LD_{50} آن از طریق گوارشی ۱/۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن و از طریق تماسی ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن برای موش صحرایی می باشد.

ح- سموم جونده کش از گروههای مختلف

۱- برومتالین



نام تجاری: آسائولت، ترونس، دوراتید و جنیک

فرمول مولکولی: $C_{14}H_7Br_3F_3N_3O_4$

نام شیمیایی: α,α,α-trifluoro-N-methyl-4,6-dinitro-N-(2,4,6-tribromophenyl)-o-tolulidin

خاصیت موش کشی این سم در سال ۱۹۷۹ توسط دریورن و همکاران کشف شد و سپس شرکتهای الانس، سیباگایگی و راسل اکلاف آن را ساخته و به بازار عرضه نمودند. فرم خالص آن به شکل بلورهای زرد رنگ با نقطه ذوب ۱۵۰-۱۵۱ درجه سانتیگراد، فشار بخار ۰/۰۱۳ میلی بار و وزنمولکولی آن ۵۷۷/۹ می باشد. در برابر پرتو فرابنفش ناپایدار بوده و تجزیه می گردد. در آب تقریباً نامحلول است ولی در حلالهای آلی به خوبی حل می شود. این سم با ممانعت از تشکیل ATP اثر خود را بر جای می گذارد. فرمولاسیون آن به صورت طعمه مسموم به میزان یک گرم در کیلوگرم می باشد. LD_{50} آن ۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق گوارشی برای موش صحرایی است.

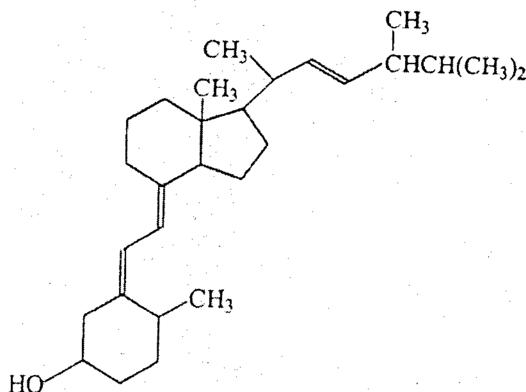
۲- کالسیفرول

نام تجاری: کالسیفرول

فرمول مولکولی: $C_{26}H_{44}O$

نام شیمیایی: (5z,7E,22E)-(3S)-9,10-secoergosta-5,7,10(19),22-tetraen-3-ol

ساختار شیمیایی:

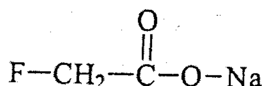


کالسیفرول ابتدا در سال ۱۹۳۰ شناخته شده و در سال ۱۹۷۴ به طور مصنوعی ساخته شد. این ترکیب به صورت طعمه مسموم یک درصد و محلول روغنی فرموله شده است. سطح کلسترول خون و ویتامینها را در بدن جانور بالا برده و باعث مرگ آن می شود. تأثیر این ترکیب با چند بار مصرف طعمه بروز می کند. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار زیاد است.

۳- فلوئوروواستات سدیم

نام تجاری: Compound 1080

فرمول مولکولی: $C_2H_2O_2NaF$



این ترکیب یکی از ترکیبات بسیار سمی است که به علت قابلیت انحلال زیاد در آب می توان از آن برای تهیه آب مسموم برای مبارزه با موشها استفاده نمود و تأثیر آن خصوصاً روی موشهای صحرایی و خانگی زیاد است. این ترکیب در بدن جانور قادر است در چرخه کربس ایجاد اختلال نماید و به طور کلی یک بازدارنده قوی متابولیکی به شمار می آید. سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم بسیار بالاست.

کلرالوس، آلفا کلروهیدرین، ارگوکالسیفرول، فلوپروپادین، هیدروژن سیانید و نوربورمید از دیگر ترکیبات جونده کش می باشند که در هیچ یک از گروههای فوق طبقه بندی نشده اند.

فصل نوزدهم

حلزون کشها

حلزون کشها

حلزونها و رابها (لیسکها) گروهی از نرمتنان هستند که گاهی اوقات به صورت آفات مهمی در چمنزارها، گلخانه ها، سبزیکاریها و مزارع در می آیند. امروزه برای مبارزه با این جانوران ترکیبات مختلفی به کار می رود که اکثراً سمی بوده و جهت از بین بردن حلزونهای آبزی و ناقل بیماریهای انسان و دام مورد استفاده قرار می گیرند. این مواد سبب تحریک بدن جانور و ترشح مقدار زیادی موکوس شده و در نهایت با ایجاد سستی در بدن موجب مرگ جانور می شود.

سمومی که برای مبارزه با نرم تنان زیان آور کشاورزی استفاده می شوند:

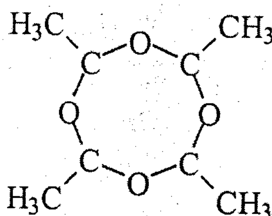
متالدهاید methaldehyde

نامهای تجارتی: Ariotox®, Slugipellent®, Helizan®, Metazon ®

نام شیمیایی: 2,4,6,8-tetramethyl-1,3,5,7-tetraoxocane

فرمول مولکولی: $C_8H_{16}O_4$

ساختار شیمیایی:



این سم معمولاًبه صورت طعمه مسموم است، اما گاهی به صورت محلول پاشی نیز می توان از آن استفاده نمود.

گرد متالدهاید باید با احتیاط به طوری که در هوا پخش نشود با سبوس مخلوط گردد. سپس به تدریج آب به آن اضافه نموده تا تمام سبوس به طور یکنواخت مرطوب شود. رطوبت باید به قدری باشد که طعمه به صورت خمیر در نیاید و در موقع پاشیدن، به طور یکنواخت روی زمین پخش شود. طعمه مسموم متالدهاید را باید در مواقع عصر روزهای گرم و مرطوب که رابها و حلزونها فعالیت بیشتری دارند و تا ٤٨ ساعت احتمال بارندگی نمی رود، مصرف نمود. در صورتیکه مبارزه با حلزونها و رابها در سطوح کوچک نظیر گلخانه یا باغچه های منازل و خزانه ها انجام شود، می توان طعمه را به صورت کپه های کوچک به فواصل ۳۰ سانتیمتر از همدیگر (٤- ۵ گرم در هر مترمربع) قرار داد و روی هر کپه یک برگ به طور آزاد گذاشت، اما وقتی مبارزه در سطوح بزرگ انجام می شود می توان طعمه ها را به طور یکنواخت به میزان ٤٠ تا ۵٠ کیلوگرم در

هکتار پخش نمود. انواع طعمه های مسموم آماده متالدهاید با اسامی تجاری مختلف نظیر متالانجی و متازون نیز وجود دارند که می توان از آنها به میزان ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هر هکتار استفاده کرد. متالدهاید به صورت دانه و قرص نیز فرموله شده است. برای محلول پاشی نیز می توان از محلول ۱ تا ٦ در هزار این سم استفاده نمود. میزان سمیت آن برای انسان و جانوران خونگرم زیاد است. LD_{50} حاد دهانی آن برای موش صحرایی ٦٥٠ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد.

نحوه اثر متالدهاید

این سم تماسی و گوارشی بوده، آن باعث تحریک جانور به ترشح موکوس فراوان شده و در نهایت به خشک شدن بدن آن منجر می شود. به طور کلی بعد از کاربرد متالدهاید کمیت و کیفیت موکوس ترشح شده توسط حلزون تغییر می کند. این تأثیرات ظاهراً ناشی از تأثیر متالدهاید بر سروتونین (Serotonin) و متابولیسم انرژی می باشد. تأثیر این سم بر نرمتنان به کندی بروز می کند. تزریق دهانی متالدهاید به لیسکها پس از چند روز باعث ایجاد مرگ و میر شدیدی در آنها می شود که این اثر احتمالاً به دلیل تخریب موکوسیتهای جدار معده جانور می باشد. اما زمانی که نرم تن از طعمه مسموم تهیه شده از غلات تغذیه کند، تا حد زیادی خصوصاً در شرایط مرطوب شانس بهبودی خواهد داشت. دلیل بروز چنین حالتی می تواند کاهش تغذیه ایجاد شده توسط سم باشد. اثرات منفی متالدهاید بر رفتار حلزون ترکیبی از اختلالات عصبی و عضلانی می باشد. بلعیده شدن طعمه مسموم متالدهاید توسط *Limnaea stagnalis* باعث بروز یکسری علایم رفتاری در جانور می شود. در این حالت حرکات رادولا (Radula) بسیار نامنظم بوده و جانور قادر به کنترل طعمه نیست. این موضوع نشان دهنده عدم هماهنگی عضلات دهانی است. مطالعات نشان داده است که متالدهاید باعث ایجاد فعالیت های الکتریکی غیر عادی در سیستم عصبی مرکزی جانور می شود. این موضوع را می توان حداقل از بهم خوردن رفتار تغذیه ای جانور که خود ناشی از تأثیر مستقیم سم روی قسمت کنترل کننده تغذیه در مغز می باشد، صورت می گیرد. البته متالدهاید اثرات سوء دیگری نیز بر پوست، معده و عضلات جانور به جای می گذارد که ممکن است باعث مرگ آن گردد.

برخی سموم حشره کش نظیر کارباریل، متیوکارب و مگزاکاربامات نیز خاصیت حلزون کشی قابل توجهی دارند. یک نوع فرمولاسیون گرانول از تیودیکارب با نام تجارتی ®Skipper حاوی ٤ درصد ماده مؤثره نیز می باشد که برای مبارزه با نرم تنان مضر کشاورزی استفاده می شود. ترکیب دیموترین (Dimothrin) (هیدروکلریدکارتاپ) هم برای کنترل لیسکها در مزارع برنج مورد استفاده قرار می گیرد. به علاوه ترکیبات گیاهی متعددی مانند روتنون، Allicin از گیاه *Allium*

sativum، Barbamid از گیاه *Lyngbya majuscula* و Cannagenin از گیاه *Canna indica* نیز دارای خواص حلزون کشی هستند.

همچنین فسفات آهن ($Fe_3O_{12}P_3$) با نام تجارتی Ferramol® در سال ۱۹۹۷ برای کنترل گونه های مختلف لیسکها و حلزونهای زیان آور محصولات کشاورزی عرضه شده است.

کنترل حلزونهای انگل

برخی از نرم تنان، خود برای انسان مضر نیستند، ولی به عنوان میزبان واسط انگلهای دام و انسان عمل می کنند. مثلاً کرم کبد گوسفند قسمت مهمی از چرخه زندگی خود را در بدن نرم تن *Limnaea* سپری می کند. گونه های مختلفی از نرم تنان آبزی نیز میزبان واسط انگل Schistosoma هستند. در این رابطه ترکیبات شیمیایی متعددی برای مبارزه با این نرم تنان، در چمنزارها و برکه ها استفاده می شود.

نیکلوزامید (Niclosamid, Baylucide®) ترکیب مهم و با کاربرد وسیعی است که در سال ۱۹۵۹ معرفی شده و به طور وسیع در مصر علیه نرم تنان ناقل Schistosoma استفاده شده است. سمیت این ترکیب برای پستانداران بسیار کم است.

نیکلوزامید و پنتاکلرفنل هر دو در واکنش فسفریلاسیون اکسیداتیو مداخله می کنند. این ترکیبات، جذب اکسیژن را در حضور سوبسترای Succinate تحریک نموده و احتمالاً به این صورت تأثیر حلزون کشی دارند.

- اصطلاحات رایج در سم شناسی

- برخی اختصارات رایج در سم شناسی

- منابع مورد استفاده

- فهرست واژگان

سم: ماده ای است که می تواند به موجود زنده آسیب برساند.

سمیت: به قابلیت طبیعی یک ماده شیمیایی در ایجاد صدمه به موجودات زنده اطلاق می شود.

سم شناسی: علمی است که به مطالعه اثر سموم روی موجودات زنده می پردازد. سم شناسی کشاورزی علمی است که اثر سموم روی حشرات، کنه ها، حلزونها، جوندگان، قارچها، نماتدها، باکتریها و غیره را مورد بررسی قرار می دهد.

Blastomogenesis: به توانایی و یا قابلیت یک آفت کش در ایجاد غده اطلاق می شود.

Mutagenesis: به کثرت وقوع جهش در گیاهان و جانوران در اثر کاربرد آفت کش اطلاق می شود. بر اساس این خصوصیت آفت کشها در ۵ گروه زیر قرار می گیرند:

الف- سوپر موتاژنها (Super mutagens): موادی که در گیاهان و جانوران ۱۰۰٪ جهش ایجاد می کنند به عبارت دیگر ۱۰۰ موتاسیون در ۱۰۰ کروموزوم به وقوع می پیوندد.

ب- موتاژنهای قوی (Strong mutagens): موادی که ۵-۱۰ درصد جهش در مگسهای سرکه ایجاد می کنند.

ج- موتاژنهای متوسط (Moderate mutagens): موادی که در مگسهای سرکه ۵-۲ درصد جهش ایجاد نماید.

د- موتاژنهای ضعیف (Weak mutagens): موادی که در مگسهای سرکه ۱-۲ درصد جهش ایجاد می کنند.

ه- موتازنهای بسیار ضعیف: موادی که در مگسهای سرکه بین ۱-۰/۵ ٪ جهش ایجاد می نمایند.

Tetratogensis: به توانایی یا قابلیت آفت کش در ایجاد نتاج ناقص الخلقه یا غیر طبیعی اطلاق می شود.

Embryotroxicity: به توانایی یا ویژگی یک آفت کش در ایجاد مسمومیت در جنین اطلاق می گردد.

دز: عبارت است از مقدار مشخصی از یک سم که دارای اثر قطعی بر روی جانوران باشد. مقدار دز همیشه مشخص است در واقع میزان مشخصی از ماده سمی است که وارد بدن هر فرد می شود به عناون مثال وقتی می خواهیم مقاومت مگسها را به DDT اندازه بگیریم اگر یک میلیگرم سم بر کیلوگرم وزن بدن وارد بدن آنها کنیم و سبب مسمومیت در آنها شود بدین صورت دز را اندازه گیری کرده ایم.

دوزاج: مقداری از سم است که در یک محلول حل کرده و جانور را در معرض آن قراردهیم. دوزاج معمولاً بر حسب واحد وزن یا واحد حجم ماده سمی بر هر واحد وزن بدن موجود زنده در طول مدت معینی بیان می شود. به عنوان مثال بر حسب میلیگرم بر ... وزن بدن در هر روز.

حداقل دز کشنده ($Lethal\ dose\ fifty=LD_{50}$): برای سنجش توانایی هر ماده شیمیایی در مسمومیت حاد ۵۰ درصد تلفات را معیارارزیابی قرار می دهند LD_{50} مقداری از یک سم است که وقتی روی یک جمعیتی از جانوران تأثیر داده می شود بتواند ۵۰ درصد آنها را از بین ببرد. LD_{50} را بر حسب میلیگرم بر کیلوگرم بیان می کنند. LD_{50} به روشهای مختلف مثلاً از راه گوارشی و یا تماس پوستی اندازه گیری می شود.

حداقل غلظت کشنده ($Lethal\ concentration\ fifty=LC_{50}$): غلظتی از یک ماده سمی است که در محیطهای آبی یا هوا باعث ۵۰ درصد تلفات در جمعیت موجود زنده می شود.

حداقل زمان ($Lethal\ time\ fifty=LT_{50}$): مدت زمان لازم برای کشته شدن ۵۰ درصد موجود زنده تحت تأثیر ماده سمی را می گویند. اندازه گیری LT_{50} در مورد سموم گازی و میکروبی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

زمان مؤثر ($Effective\ time\ fifty=ET_{50}$): زمان لازم برای تأثیر روی ۵۰ درصد کوجودات تحت آزمایش را گویند.

دز مهار کننده انزیمی ($Inhibition\ dose\ fifty=ID_{50}$): دز لازم برای مهار ۵۰ درصد آنزیمهای تحت آزمایش می باشد.

دز بیهوش کننده ($Knock\ down\ dose\ fifty=KD_{50}$): دز لازم برای بیهوش کردن ۵۰ درصد از جمعیت تحت آزمایش را می گویند.

غلظت بیهوش کننده ($Knock\ down\ concentration\ fifty=KC_{50}$): غلظت لازم برای بیهوش کردن ۵۰ درصد جمعیت تحت آزمایش می باشد.

دز مؤثر کشنده ($Effective\ dose\ fifty=ED_{50}$): دزی از یک ماده سمی است که روی ۵۰ درصد جمعیت مؤثر باشد. ملاک ارزیابی متاوت است. گاه مؤثر بودن را به معنای فلج شدن و گاهی بیهوش شدن و گاهی مرگ زا در نظر می گیرند.

غلظت مؤثر کشنده ($Effective\ concentration\ fifty=EC_{50}$): غلظت مؤثر برای تأثیر روی ۵۰ درصد از جمعیت تحت آزمایش را گویند.

زیست سنجی: اندازه گیری قابلیت و کارایی یک محرک بیولوژیکی، شیمیایی و یا فیزیکی بر اساس فعل و انفعالات به وجود آمده در موجودات تحت آزمایش را گویند.

ماده مؤثره: به ماده ای گفته می شود که در یک آفت کش خاصیت آفت کشی مورد نظر را ایجاد کند.

ماده بی اثر: این ماده خاصیت آفت کشی ندارد ولی برای قابل استفاده شدن ماده مؤثر به آن افزوده می شود.

ماده تکنیکال: به ماده ای گفته می شود که تقریباً به صورت خالص است و معمولاً ماده مؤثره به این صورت ساخته می شود ولی قابل استفاده نبوده و باید فرموله شود و خلوص ماده تکنیکال بین ۹۲-۹۰٪ و حتی ۱۰۰٪ است.

ماده همراه: عبارت است از ماده کاملاً یا تقریباً غیر سمی که به فرمولاسیون یک آفت کش اضافه می شود و ممکن است نقش رقیق کننده، خیس کننده، کاهش دهنده کشش سطحی و افزایش قابلیت اختلال را داشته باشد. ماده همراه بسیار متنوع بوده و معمولاً برای بهبود خواص فیزیکی فرمولاسیون به کار می رود.

آنالوگ: سمومی هستند که اساس ساختمان شیمیایی آنها مشابه و فقط مختصر تفاوتی در اتمها و بنیانهای آنها دیده می شود. مثال: د.د.ت و دیکوفول یا کلتان.

همولوگ: سمومی که ساختمان شیمیایی انها از نظر تعداد واحدهای تشکیل دهنده با یکدیگر اختلاف دارند.

نیمه عمر: مدت زمان لازم برای کاهش غلظت یک ترکیب شیمیایی در مایعات بدن به نصف را می گویند.

تحمل: در اصطلاح سم شناسی به معنی مقداری از حشره کش در روی فراورده های گیاهی بر حسب ppm می باشد و مقدار آن بر حسب رژیم غذایی و سابقه زیستی متفاوت خواهد بود.

تجمع در سیستم زنده: تجمع یک ماده در بدن موجود زنده می باشد و معمولاً به علت چربی دوستی این مواد این حالت مشاهده می گردد.

تجزیه در سیستم زنده: تجزیه یا شکستن مولکول را در سیستم زنده می گویند و ممکن است در اثر تجزیه مولکول، مواد غیر سمی و یا موادی با سمیت بیشتر به وجود آید.

مقدار باقیمانده مجزا سم یا مقدار قابل قبول روزانه عبارت است از مقداری از ماده شیمیایی که اگر به طور روزانه به بدن برسد هیچگونه اثر سوئی (با اطلاعات موجود) نداشته باشد.

سنوبتوتیک: هر ماده ای که نسبت به سیستم زنده خارجی باشد و یا هر ماده خارجی نسبت به محیط زنده اطلاق می گردد نظیر آلوده کننده های خاک، آب، هوا و محصولات کشاورزی.

گیاهسوزی: سمومی که سبب گیاهسوزی می شوند. در مورد علفکشها این خصوصیت مطلوب بوده ولی در مورد حشره کشها مطلوب نمی باشد.

ناپایداری: تجزیه در برابر نور در اثر تابش نور مولکول عده ای از مواد شکسته شده و اثر خود را از دست می دهند. اشعه ماوراء بنفش این خصوصیت را بیشتر دارد. تعدادی از سموم نظیر پیروتروئیدهای طبیعی به نور بسیار حساسند به این دلیل به آنها مواد ثابت کننده در برابر نور اضافه می نمایند.

باقیمانده سم (Residue): بر اساس تعریف کدکس آلیمانتاریوس (FAO/OMS، فائو/ سازمان بهداشت جهانی)، باقیمانده سم عبارت از هر نوع ماده موجود در داخل یک ماده غذایی مورد مصرف انسان یا حیوانات پس از استفاده از یک آفت کش می باشد. این تعریف کلیه مشتقات شامل مواد تجزیه کننده، تبدیل کننده و واکنشی را که از دیدگاه سم شناسی حائز اهمیت می باشند در بر می گیرد. آفت کش ها روی اندام های هوایی یا در ضدعفونی خاک، مورد استفاده قرار گرفته و از نظر کمی و کیفی در طول زمان دستخوش تغییر و تحول می گردند. مقدار ماده خالص (یا مواد تغییر شکل یافته) موجود در داخل و یا روی قسمت های قابل مصرف گیاه در موقع برداشت را، باقیمانده سم می نامند که اهمیت آن در درجه اول به نوع و ماهیت آفت کش و در درجه دوم به بعضی از شرایط خارجی از قبیل آب و هوا، نوع ماده زنده سمپاشی شده و شرایط مصرف سم دفع آفات گیاهی بستگی دارد.

متابولیسم: مجموعه فعل و انفعالات بیوشیمیایی است که در داخل بدن یک موجود زنده روی یک ماده شیمیایی از جمله سم صورت می گیرد و طی آن مولکول سم شکسته شده و از حالت اصلی خود خارج می شود این عمل معمولاً توسط آنزیمها صورت می گیرد.

متابولیت: مولکولهای تغییر یافته یک سم در اثر متابولیسم را گویند.

ویسکوزیته: مقاومت مولکولهای یک مایع به حرکت را نامند. هر اندازه ویسکوزیته بالا باشد مایع سنگین تر بوده و بطئی تر حرکت می کند.

اتورادیوگراف: تصویر منفی (نگاتیو) حاصله از پرتوافکنی، مواد رادیواکتیو با فیلم عکاسی را گویند. از اتورادیوگرافی در سم شناسی جهت بررسی طرز حرکت سموم در نسوج گیاهی و حیوانی استفاده می کنند به عنوان مثال برای تعیین یک سم از نظر نفوذی، تماسی و یا سیستمیک بودن از این روش استفاده می گردد.

اندوتوکسی: به سمی گفته می شود که در داخل سلول باقی می ماند مثلاً باکتری B.t سمی به نام Thuringensine تولید که به صورت کریستال در داخل سلول باقی می ماند.

سموم خارجی: سم تولید شده به خارج از سلول پراکنده شده و به محیط رشد نشت می کند نظیر اکثر باکتریهایی که در مواد غذایی تولید فساد می نمایند.

حشره کش با طیف گسترده: به سمومی که تقریباً به اکثر حشرات اعم از حشره آفت و حشره مفید سمی باشد اطلاق می گردد.

حشره کش انتخابی: سمومی که روی حشره هدف یا آفت مورد نظر تأثیر نموده و برای حشرات دیگر کم خطر و یا بی خطر باشد.

Potentiation: زمانی که اثر سمی یک ترکیب به وسیله یک ترکیب غیرسمی افزایش یابد می گویند که Potentiation حادث شده است.

پادزهر: هر ماده ای که به طور اختصاصی سبب مهار و یا کاهش اثر یک سم گردد پادزهر آن سم نامیده می شود. نظیر 2-PAM که پادزهر بعضی از مسمومیتهای مربوط به سموم فسفره است ولی در مسمومیت از سموم کاربامات به کار نمی رود.

Fetotoxic: سمومی هستند که جنین را مسموم مس کنند نقصی که ایجاد می شود ممکن است فیزیکی، بیولوژیکی یا فیزیولوژیکی باشد.

Knock down: به بیهوش شدن و به زمین افتادن حشره گفته می شود و در مورد سموم پیروتروئیدی و اثر انها روی مگس خانگی دیده می شود.

Topical application: معمولی ترین روش زیست سنجی است ماده سمی در یک حلال غیرسمی و تبخیر شونده نظیر استون حل می شود و بعد مقدار معینی از آن محلول را در جای به خصوصی از سطح بدن موجود زنده قرار می دهند محل و میزان سطح مورد تماس در تمام آزمایش ثابت است.

روش تزریقی: در این روش زیست سنجی، ماده را در یک حامل حل نموده و محلول را در حفره عمومی بدن تزریق می کنند.

غوطه ور کردن: در این روش زیست سنجی که بیشتر در مورد لارو دوبالان به کار می رود حشره را با پنس گرفته و در محلول حشره کش فرو می برند.

روش تماسی: حشره کش را در حلالی حل کرده و در روی سطحی که حشره در روی آن راه می رود به طور یکنواخت پخش می کنند. بین این روش و روش Toppical application رابطه خطی وجود دارد. آزمایشات نشان داده اند که LD_{50} برآورد شده از روش Contact method ۲۰ برابر بیشتر از روش .T.A است.

Leaf dipping method: برگک را در محلول سمی فرو می کنندو از این روش بیشتر در مورد کنه های نباتی مخصوصاً کنه دونقطه ای استفاده می شود.

روش تغذیه ای: این روش در مورد لاروها بیشتر کاربرد دارد و در سموم میکروبی نظیر باکتریها و ویروسها ازجمله NPV روش متداولی است.

برخی از اختصارات رایج در سم شناسی

Ab	دانه مسموم	Grain bait
ADI	مقدار دریافت مجاز روزانه	Acceptable Daily Intake
AE	مه ساز	Aerosol Dispenser
Ae	معادل اسید	Acid equivalent
AI	ماده مؤثره	Active Ingredient
b.p.	نقطه جوش در فشار مشخص	Boiling point at stated pressure
C	درباره	Circa (about)
Cf	مشابه	Compare
CS	کپسول سوسپانسیون	Capsule suspension
DP	گرد	Dustable pouder
DT	زمان لازم برای از بین رفتن ۵۰ درصد	Time for 50% loss
EC	امولسیون شونده	Emulsifiable concentrate
EO	امولسیون آب در روغن	Emulsion water in oil
ES	امولسیون برای ضد عفونی بذر	Emulsion for seed treatment
EW	امولسیون روغن در آب	Emulsion oil in water
f.p.	نقطه انجماد	Freezing point
FS	دوغاب مخصوص ضدعفونی بذر	Flowable concentrate for seed treatment
G	گرم	Gram
GB	طعمه مسموم به صورت گرانول	Granular bait
GE	مواد مولد گاز	Gas generating prouducts
GIFAP	گروه بین المللی اتحادیه های ملی تولید کنندگان مواد شیمیایی کشاورزی	Groupement International des Assoiations Nationales de Fabricants de produis Agrochimiques
GR	گرانول	Granules
h	ساعت	Hour (s)
ha	هکتار	Hectar (s)
ISO	سازمان بین المللی برای استاندارد کردن	International Organization for standardization
K	کیلو	Kilo
Kg	کیلوگرم	Kilo gram
KN	مه ساز سرد	Cold fogging concentrate
L	لیتر	
LC_{50}	غلظت کشنده ۵۰ درصد	Concentrate required to kill 50% organism
LD_{50}	مقدار کشنده برای ۵۰ درصد	Dose required to kill 50% of test

		organism
LS	مایع ضدعفونی بذر	Solution for seed treatment
Mg	میلی گرم	
m.p.	نقطه ذوب	Melting point
mpa	میلی پاسکال	
Mpa	مگاپاسکال	
m/v	جرم بر حجم	
N	نانو× ۹- ۱۰	
ng	نانو گرم × (۹- ۱۰)	
nm	نانومتر	
PA	خمیر	Paste
PH	log_{10}- غلظت یون هیدروژن	-log. Hydrogen ion concentration
RB	طعمه آماده	Ready bait
R.H.	رطوبت نسبی	Relative humidity
SC	سوسپانسیون	Suspension concentration
SG	گرانول قابل اختلاط با آب	Water soluble granule
SL	قابل حل در آب (مایع)	Soluble concentrate
SP.	گرد قابل حل در آب	Water saluble powder
TC	درجه خلوص تکنیکال	Technical grate
TK	مقدار ماده تکنیکال	Technical concentrate
TP	پودر ردیابی	Tracking powder
UL	حجم فوق العاده کم	Ultra-low Volume liquid
U.V.	ماوراء بنفش	Ultraviolet
V.P.	فشار بخار	Vapour pressure
WG	گرانول قابل اختلاط با آب	Water dispersible granules
WHO	سازمان بهداشت جهانی	World Health Oraganization
WP	پودر قابل اختلاط با آب	Water dispersible powder
WS	پودر قابل اختلاط با آب برای ضدعفونی بذور	Water dispersible powder for seed treatment

منابع مورد استفاده

ارجمندی، ر. نوری، ج. و بیات اسدی، ه. ۱۳۷۹. بررسی اکولوژی مصرف سموم در مزارع برنج. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۲۳.

افشاری، م، ر. ۱۳۱۷. روشهای کاربرد آفت کشها (ترجمه)، انتشارات مؤسسه بررسی آفات و بیماریهای گیاهی، سازمان تحقیقات کشاورزی، اوین، تهران، ۳۱۲ صفحه.

باقدیانس، ا. و ثنائی، غ.، ۱۳٤۹. آفت کشها. حشره کشها و روش استفاده از آنها در برنامه های بهداشتی. چاپ اول، انتشارت دانشگاه تهران، ۱ ،۳۳۱ صفحه.

پورمیرزا، ع، ا. ۱۳۷۸. جزوه سم شناسی. انتشارت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، (منتشر نشده). ۱۳٦ صفحه.

ثنائی، غ. ۱۳٥٤. آفت کشها و کاربرد آنها. شامل جونده کشها، حلزون کشها، علف کشها، قارچ کشها و کنه کشها. چاپ اول، انتشارت دانشگاه تهران، ۲، ۲٦۷ صفحه.

دواچی، ع. ۱۳٤۲. داروهای حشره کش، کنه کش ها، موش کشها. انتشارات دانشگاه تهران.

دیکون، جی. دبلیو (ترجمه کاظمی، م. ج.). ۱۳۷٤. کنترل میکروبی آفات و بیماریهای گیاهی. انتشارت دانشگاه تربیت معلم، تبریز، ۱٦۷ صفحه.

راثی پور، ا. ۱۳۷۷. بهداشت گیاهی، حفظ نباتات و آفت کشهای بیولوژیکی. نشر آموزش کشاورزی، ۱۷۳ صفحه.

راشد محصل، م، ح. رحیمیان، ر. و بنایان، م. ۱۳۷٤. علفهای هرز و کنترل آنها (ترجمه) انتشارت جهاد دانشگاهی مشهد، ٥٦۷ صفحه.

رخشانی، ا. ۱۳۸۱. اصول سم شناسی کشاورزی (آفت کشها). چاپ اول، انتشارات فرهنگ جامع، ۳۷۴ صفحه.

سرایواستاوا، آر. پی.، ساکسنا، آر. سی. (ترجمه سرایلو، م. ح). ۱۳۷٦. سم شناسی حشرات. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، چاپ اول، گرگان. ۲٤٦ صفحه.

کمالی، س، ا. و پورمیرزا، ع، ا. ۱۳۷۹. بررسی بیماریزایی ویروس پلی هدرال هسته ای روی سنین ۱-٥ لارو پروانه برگخوار چغندرقند در آزمایشگاه. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ٥۰.

ماتیوس، جی. ا. (ترجمه افشار، م. ر.). ۱۳۷۱. روشهای کاربرد آفت کشها. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی، مؤسسه آفات و بیماریهای گیاهی، ٤٦٣ صفحه.

مصدق، م. ۱۳٦۳. آفت کشهای مجاز در ایران و کاربرد آنها، اداره حفظ نباتات لرستان. ۲۳۳ صفحه.

مصلی نژاد، ه.، نوروزیان، م. و محمدبیگی، ا. ۱۳۸۱. فهرست آفات، بیماریهای گیاهی و علفهای هرز مهم محصولات عمده کشاورزی کشور و سموم توصیه شده علیه آنها بر اساس توصیه های کمیته های تعیین انواع سموم دفع آفات نباتی و روش کاربرد آنها. وزارت کشاورزی، سازمان حفظ نباتات، ۱۱۲ صفحه.

موسوی، م. ر. و رستگار، م. ع. ۱۳۷٦. آفت کشها در کشاورزی. انتشارات برهمند، دانشگاه آزاد ورامین، ۷۰٤ صفحه.

و. ویر. جرج. (ترجمه سلیمان نژادیان، ا. ۱۳۶۵). ۱۹۷۵. خود آموز آفت کشها، انتشارت دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، ۲۳۳ صفحه.

Bage, Y., Kato, K, and Ahlborg, U. G.1995. Mechanistic Studies of Inhibition of Intercellular Communication by Organochlorine Compounds. Toxicology Letters. Elsvier Science Pub. Volume 78, pp. 10- 11.

Bohmont, B. L. 1990. The Standard Pesticide user's Guide, Practice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 498 pp.

Bryan, B. timothy, M. and Syversen, T. 1990. General and Applied Toxicology. Macmilan (three valum), 2199 pp.

Busvine, J. R. 1971. A Critical Review of the Techniques for testing insecticides. Commonweath Agriculture Bureaux.

Cremlyn, R. J. 1990 Agrochemicals, Preparation and Mode of Action. John Wiley and Sons Chichester, New York. Brisbone, Torento.

Demchak, R. J. and Dybas, R. A. 1997. Photostability of abamectin/zein microspheres. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 45: 260-262.

Den Hond, F., Groenewegan, P. and Straalen, N. V. 2003. Pesticide: Problems, Improvments and Alternatives. First Edition, Blackwell Publishing, 272 pp.

Gruzdyev, G. S., Zinchenko, V. A., Kalinin, V. A. and Sovtson, R, I. 1983. The Chemical Protection of Plants. Mir Publishers Moscow, 471 pp.

Hassall, K. A. 1990. The Biochemistry and Usese of Pesticides. Macmillan Press Ltd., Second Edition, 536 pp.

Ito, M. F., Bergamin, F. A. and Castro, J. L. 1995. Fungicidal action of cartap insecticide on the bean rust in field. Fitopatologia Brasileira, 20:577-584.

Joseph, A. 1995. Food additive Toxicology. Science and Technology, 6 (10): 352 PP.

Malygin, V., and Makhaeva, G. 1995. Buffer role nonspecific esterases in toxic action of some O-phosphorylated oximes. Toxicology Letters, Volume 78 56 pp.

Matsumura, F. 1985. Toxicology of Insecticides. Second edition, Plenum Press, New York and London, 598 pp.

Matsumura, F. and Krishna Murt, C. R. 1982. Biogradation of Pesticide. Plenum Press, New York, 312 pp.

Matthew, G. A. 2000. Pesticide application Methods. Third edition, Blackwell Publishing, 448 pp.

McEwen, F. L., and Stephenson, G. R. 1979. The Use and Significance of Pesticides in the Environment. John Wiley & Sons, New York, 538 pp.

Monron, H. A. 1974. Manual of Fumigation for Insect control. F.A.O.

O'Brein, R. D. 1969. Insecticides: Action and Metabolism. Academic Press, New York.

Peter, G., Welk, K. L. and Blaise, C. 1997. Microscale testing in aquatic toxicology, advances, practice. CRC press, Boca Raton, FL, 679 pp.

Prakash, A. and Rao. J. 1997. Botanical Pesticide in Agriculture. Lewis Publisher, CRC. 461 pp.

Sklavounos, C., Demers, N., Lukaszewicz, J. and Nowakowski. 1994. Photoisomerization of aromatic doramectin derivatives. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 42:1228-1231.

Tomlin, C. 2000. The Pesticide Manual. Twelve ed., the British Crop Protection Council Farnham. Surrey, UK, 1290 pp.

Wexler, P., Hakkinen, P. P., Kennety, J. and Stoss F. W., 2000. Information Resources in Toxicology. Academic Press. San Diego, CA, 921 pp.

Worthing, C. R. and Walker, B. R. 1983. (Eds) Pesticides Manuals 7th ed, British Crop Protection council.

Worthing, Charles R. and H., Martin, 1987. Pesticide Manual. Eighth edition, the British Crop Protection Council, Lavenham Press, 1081 pp.

Xia, S. J., Zhao, S. S., Wang, X. D., Xue, Q. K., Yan, H., Zhou, P. Q., Liang, E. P., Zhang, C. X. and Xia, T. 1995. Studies on virto metabolism of 7-N, N-dimethylamino-1, 2, 3, 4, 5-pentathicyclooctane by rat liver microsomes pretreated with Phenobarbital. Pesticide Biochemistry and physiology.

Zverinky, L. and Abakamov, G. 1995. Different Inactivation Mecanisms of NADPH and NADH- Dependen Chains of Rate- liver, Endoplasmic Reticulum in Tetrachloro methane. Toxicology Letter, Volume 78, 88 pp.

فهرست اصطلاحات و اسامی علمی
(GENERAL INDEX & SCIENTIFIC NAMES)

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

U

V

W

X

Z



Bu-Ali Sina
148

TOXICOLOGY

Compiled by:

Dr. Mohammad Khanjani
&
Dr. Ali Asghar Pourmirza

Second edition
2005